ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

CINQUIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

CINQUIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

TOME XV

PARIS
LIBRAIRIE DE G. MASSON
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1872

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

MONOGRAPHIE DES SAPROLÉGNIÉES

ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE ET SYSTÉMATIQUE

Par M. Max. CORNU.

PREMIER MÉMOIRE.

REPRODUCTION SEXUÉE

PREMIÈRE PARTIE.

INTRODUCTION.

La famille des Saprolégniées, qui constitue un petit groupe naturel de Champignons (1) aquatiques, a reçu successivement des accroissements de plus en plus considérables. Les mémoires sur ce sujet sont pour la plupart écrits en allemand et signés des noms les plus illustres, Schleiden, Unger, Braun, Pringsheim, de Bary. En France, M. Thuret (2) seul y consacra quelques pages et une planche; mais on peut dire que malgré la brièveté du texte, la beauté et l'exactitude merveilleuse du dessin tiennent la place de longs développements : rien de mieux n'a été fait en ce sens. Ces mémoires, disséminés dans divers journaux, sont consacrés à des espèces ou à des genres particuliers ; aucune étude générale de la famille n'a encore été faite.

Pendant l'automne de l'année 1868, j'eus, en Sologne, l'oc-

(1) Considérées autrefois comme faisant partie de la classe des Algues, elles sont placées aujourd'hui dans les Champignons. Les botanistes spéciaux qui partagent cette opinion sont MM. Tulasne et Thuret en France, de Bary en Allemagne.

(2) *Ann. sc. nat.*, 3e série, t. XIX, p. 229, pl. 22.

casion d'observer plusieurs espèces rares ou nouvelles: c'étaient l'*Achlya racemosa*, espèce récemment établie par M. Hildebrand dans le journal de M. Pringsheim (1); le parasite du *Wolffia arrhiza*, que nous avons décrit, M. Roze et moi, sous le nom de *Cystosiphon pythioides* (2); un *Achlya* nouveau, que je propose de nommer *A. recurva* (3); ces singuliers sporanges réticulés, considérés par M. Pringsheim comme donnant naissance à des androspores, et qui ne sont autre chose que les sporanges du *Dictyuchus monosporus* Leitgeb (4); une plante fort singulière, qui appartient à un genre nouveau, et que je propose de nommer *Monoblepharis polymorpha* (5). Toutes ces espèces se présentèrent, et plusieurs autres encore, dans l'intervalle de quelques semaines seulement. La richesse des matériaux ainsi récoltés par hasard m'engagea à tenter une étude complète de la famille; c'est un sujet difficile, et j'étais peu sûr de le mener à bien : rien n'est aussi aléatoire que des travaux de ce genre, où la recherche des éléments est, aussi bien que leur étude, incertaine et livrée à tous les hasards. Les espèces doivent être observées vivantes (aucune, du reste, ne se trouve en bon état dans les collections); il a donc fallu les cultiver, apprendre à les élever et à les conserver en bonne santé. La durée très-limitée de leur existence, la rapidité de leur développement, l'incertitude de les retrouver, si l'on n'achève pas leur étude du premier coup, sont autant de causes d'insuccès. Aussi je réclame l'indulgence de ceux qui me liront : la difficulté était double; car, d'une part, il fallait rechercher les matériaux, de l'autre en tirer parti, et le moindre obstacle pouvait ainsi entraver ou arrêter les recherches.

J'ai rencontré une partie des espèces mentionnées dans les auteurs qui m'ont précédé; j'en ai trouvé quelques-unes de nouvelles, et je tiens pour certain qu'il y en a encore un grand

(1) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. VI, p. 249, trad. *Ann. des sciences nat.*, 5ᵉ série, t. VIII, p. 314.

(2) *Ann. des sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XI, p. 72, pl. 3.

(3) Voyez plus loin, p. 22.

(4) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. VII, p. 357.

(5) Voyez plus loin p. 16.

nombre d'inconnues : leur connaissance pourra faciliter la solution de questions encore obscures et incomplétement élucidées, à l'aide de celles que l'on connaît actuellement.

La monographie que j'entreprends aujourd'hui se compose de plusieurs parties à peu près terminées, et qui sont les suivantes :

1° *Étude de la reproduction sexuée.*
2° *Étude de la reproduction asexuée (zoospores).*
3° *Étude systématique.*
4° *Physiologie et Biologie.*

L'*étude de la reproduction sexuée* est la partie la plus discutable et la plus importante; c'est par elle que je commence. On y rencontre des difficultés assez sérieuses, sur lesquelles les savants ne se prononcent pas encore nettement (1). Elle a lieu par le moyen de conceptacles remplis de spores provenant d'une fécondation. Tantôt l'organe mâle est constitué par des branches latérales terminées par une cellule (anthéridie) qui, selon M. Pringsheim, contient des anthérozoïdes; dans d'autres cas, selon le même savant, il n'y a pas de branches latérales, mais des anthéridies qui diffèrent suivant les genres. M. de Bary révoque en doute quelques-unes des idées de M. Pringsheim et recommande de nouvelles recherches.

Ces recherches, je les ai tentées, non pas tout d'un coup et directement, mais successivement et comme par surcroît, en étudiant chaque espèce. Je suis arrivé, petit à petit, à conclure qu'il y avait un grand nombre d'erreurs, même sur les faits capitaux de la théorie. Ces erreurs sont dues, soit aux difficultés inhérentes au sujet (et elles sont considérables), soit aux espèces, se prêtant mal à l'observation; mais surtout aux matériaux souvent trop rares et trop incomplets, et aux vues de l'esprit trop rapidement acceptées comme la réalité des faits.

Si dans ce mémoire je contredis un des savants les plus distingués de l'Allemagne, si je lui oppose, sans nom et sans auto-

(1) De Bary, *Morph. und Phys. der Pilze*, 1866, p. 155, traduction *Ann. des sc. nat.*, 5ᵉ série, t. V, p. 333.

rité, mes jugements et mes observations, ce n'est pas par un puéril désir de critique; j'ai pour lui tout le respect dû à d'éminents travaux, mais il m'est impossible d'admettre des conclusions que je crois inexactes. En protestant ainsi de mon admiration pour lui, je combattrai la théorie qu'il a émise de la sexualité des Saprolégniées, calquée sur celle des Œdogoniées : et je demande en conséquence que les inexactitudes reconnues dans ce travail ne soient pas jugées avec trop de sévérité, puisque des botanistes du plus grand renom ont pu, sur ce sujet, tomber eux-mêmes dans l'erreur.

Ces études ont été faites en plusieurs endroits, soit à Paris, au laboratoire de la Faculté des sciences, soit à la campagne, en diverses localités, et dans ces dernières elles ont été particulièrement fructueuses.

Je dois ici remercier M. Duchartre, professeur de botanique à la Faculté des sciences et membre de l'Institut, de ses bienveillants conseils et de ses utiles encouragements qui ne m'ont jamais fait défaut, ainsi que M. Roze, vice-président de la Société botanique de France, qui m'a initié à la cryptogamie et de l'amitié duquel je m'honore.

L'étude de la reproduction sexuée nécessite un résumé succinct du mode de reproduction asexuée dans la famille des Saprolégniées. Cette partie sera traitée à fond dans un mémoire ultérieur; l'historique des travaux sur cette famille, qui ne serait pas ici à sa place, y sera développé avec détail; on peut, en attendant, se reporter à celui qui a été donné par M. Pringsheim (1), le sujet traité ici étant assez restreint et nettement limité pour ne pas l'exiger.

(1) *Entwickelung d.* Achlya prolifera (*Nova Acta Acad. C.L.C. Naturæ curiosorum*, 1851, t. XXIII, p. 397; —*Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. I, p. 284, traduction *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XI, p. 349).

DE LA REPRODUCTION ASEXUÉE.

La reproduction asexuée s'effectue, dans la famille des Saprolégniées, par le moyen de *zoospores*, produites dans des cellules-mères spéciales qu'on nomme *sporanges.* Les sporanges sont formés par le cloisonnement d'une portion terminale, très-rarement intercalaire, de l'utricule unique, diversement ramifiée, qui constitue l'espèce. Le plasma qui s'est accumulé en cet endroit se divise ensuite en petites masses égales, dont chacune devient une zoospore : la division a lieu, soit dans l'intérieur, soit à l'extérieur du sporange.

Dans plusieurs espèces du genre *Peronospora*, qui rentre pleinement dans les Saprolégniées, les conidies (acrospores) ne sont pas des sporanges et ne produisent pas de zoospores : les unes germent en émettant directement un filament; les autres épanchent leur plasma au dehors, et c'est ce plasma, primitivement dénué de membrane, qui s'entoure d'une couche de cellulose et qui germe à son tour en émettant un filament. Ainsi, dans un même genre, les zoospores peuvent exister ou ne pas se présenter, et le cas cité en dernier lieu semble être l'intermédiaire entre les deux extrêmes. La dissémination des germes s'opère donc tantôt par le moyen de l'eau, tantôt par le moyen de l'air; cela montre le peu d'importance de l'appareil de locomotion de ces germes, considéré à un point de vue un peu élevé; la partie plasmatique seule est essentielle.

Les sporanges sont des cellules tantôt cylindriques irrégulières, tantôt ovoïdes, renflées, de forme constante dans certains genres (*Saprolegnia*, *Achlya*), de forme variable dans d'autres (*Pythium*, *Monoblepharis*).

D'après le mode de sortie des zoospores et leur conformation, on peut établir dans la famille des coupes très-naturelles (1). Les genres sont basés en général sur le mode de reproduction asexuée,

(1) Dans ce qui précède ou dans ce qui suit, plusieurs faits sont en contradiction avec les idées admises ou énoncées par certains auteurs; la discussion et la démonstration nous entraîneraient trop loin, elles seront reportées à un mémoire ultérieur.

et sur l'organe de végétation. Cette classification que je propose me semble tenir compte des affinités réelles des différents genres.

ÉTUDE DES GENRES.

Premier groupe.

a. *Saprolégniées non munies d'étranglements.* — Le genre *Saprolegnia* présente des sporanges cylindriques légèrement renflés vers le sommet; les zoospores qui s'y forment sont ovales-acuminées, munies de *deux* cils antérieurs, d'un rostre transparent auquel ils sont fixés, comme chez les zoospores des Conferves (1), et d'une ou de plusieurs vacuoles latérales : leur mouvement dure peu, cinq minutes environ; elles s'arrêtent, deviennent sphériques, perdent leurs cils et germent en émettant un filament. Dans d'autres cas plus rares et surtout non observés jusqu'à ces derniers temps, la zoospore, munie d'une membrane et formant une cellule sphérique, émet une zoospore de deuxième formation et *de forme différente.* Cette zoospore est réniforme aplatie, munie d'une vacuole médiane, excentrique, des bords de laquelle partent deux cils, l'un antérieur, l'autre postérieur plus long: c'est la forme connue des zoospores dans les genres *Achlya* et *Pythium* d'après M. de Bary.

J'ai observé cette germination dans les *Saprolegnia ferax* (Gruith.), *monoica* Pringsh., *asterophora* De By et *spiralis* (2) (spec. nova). C'est à tort que M. Leitgeb a cru devoir fonder un genre nouveau (3) (*Diplanes*) pour ce mode de germination, qu'il avait observé chez le *S. monoica.* J'avais avant lui observé, mais non publié ce fait, chez le *S. ferax.*

Une fois le sporange vidé, l'axe s'accroît au travers pour en former un autre, et ainsi de suite.

(1) *Cladophora, Draparnaldia.* Voy. Thuret, *Ann. des sc. nat.*, 1850, 3e série, t. XIV, p. 219, pl. 16.

(2) Le *S. spiralis* se distingue du *S. monoica* par les filaments porteurs des oogones le plus souvent contournés en hélice; le nombre des oospores beaucoup moins nombreuses et souvent solitaires, présentant une couleur brune et non pas blanche.

(3) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. VII, p. 385, pl. XXIV, fig. 6.

Le genre *Achlya* Nees (1) présente avec le précédent les plus grandes analogies ; il est impossible de ne pas les confondre ensemble, quand les organes de reproduction manquent. Cette ressemblance est remarquable lorsque dans les autres genres l'appareil végétatif de deux espèces est en général très-différent. Le trait d'union entre les *Saprolegnia* et les *Achlya* a cependant échappé jusqu'ici à tous les botanistes.

Les zoospores sont de *deux sortes*, *comme chez les Saprolegnia.* Les premières, au lieu de se mouvoir pendant plusieurs minutes, ont juste assez d'agilité pour gagner l'ouverture du sporange : elles sont munies de deux cils antérieurs, visibles dans des conditions favorables. Elles adhèrent les unes aux autres en général par le moyen de ces cils : à l'ouverture du sporange, elles s'arrêtent, se disposent en une sphère creuse, formée de l'ensemble de toutes ces zoospores soudées, et elles y demeurent trois ou quatre heures en s'entourant d'une membrane. Au bout de ce temps, elles présentent, soit le premier mode de germination, qui consiste à s'allonger en filaments, soit le deuxième, et émettent alors des zoospores de deuxième nature. Au rebours des *Saprolegnia*, ce deuxième mode de germination est de beaucoup le plus fréquent; chez les *Saprolegnia*, il faut des conditions particulières et un état florissant de la plante pour qu'il ait lieu.

Le nouveau sporange se forme par le cloisonnement de l'axe, qui s'accroît *latéralement* sous l'ancien.

Le genre *Aphanomyces* (2) n'en diffère que par ses sporanges très-grêles et très-allongés, où les zoospores sont disposées suivant une file unique.

Dans le genre *Dictyuchus* (3) Leitgeb, qui présente aussi avec les précédents une grande analogie, les zoospores de première forme ne sortent même plus du sporange, mais s'entourent sur place d'une membrane et émettent au dehors, en

(1) Carus, *Nova Acta nat. cur.*, 1813, t. XI, pl. II, p. 493. — De Bary, *Achlya prolifera* (*Bot. Zeitung*, 1852, p. 472). — M. A. Braun le nomme *Saprolegnia capitulifera* (*Verjuengung*, 1850, p. 201).

(2) De Bary, *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, 1859, t. II, p. 170, pl. XIX et XX.

(3) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. VII, p. 357, pl. XXII.

perforant la paroi qui les renferme, des zoospores de deuxième forme; la membrane de la zoospore primitive demeure dans l'intérieur du sporange, et l'ensemble forme un réseau cellulaire d'où le nom du genre a été tiré : δίκτυον, réseau; ἔχειν, avoir. Comme il sera souvent question de sporanges analogues, je propose de les désigner sous le nom de *dictyosporanges* ou sporanges réticulés.

Une zoospore de première formation ne donne jamais naissance qu'à une seule zoospore de deuxième, dans les quatre genres cités ci-dessus : *Saprolegnia*, *Achlya*, *Aphanomyces* ou *Dictyuchus*.

Ainsi, dans le genre *Saprolegnia*, les sphérules vides abandonnées par les zoospores de deuxième nature sont libres; dans les genres *Achlya* et *Aphanomyces*, elles sont soudées en un capitule creux, à l'orifice du sporange; dans le genre *Dictyuchus*, elles remplissent le sporange d'un réseau cellulaire particulier.

Mais si pour une cause ou pour une autre, dans les genres *Saprolegnia* ou *Achlya*, les zoospores de première nature n'ont pu sortir et sont demeurées, soit en totalité, soit même en partie, dans le sporange, elles peuvent présenter le mode de germination en zoospores : de sorte que le sporange renferme un réseau cellulaire interne, comme dans le genre *Dictyuchus;* mais c'est une production anormale et dont l'explication est simple aujourd'hui. — La présence de deux sortes de sporanges, l'un vide, l'autre rempli de sphérules vidées, et par cela réticulé sur le même filament, n'a donc rien qui doive surprendre : on n'y doit pas attacher une grande importance.

M. Pringsheim a voulu en tirer des conclusions (1) particulières relatives à la sexualité; mais nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser. Ces faux dictyosporanges diffèrent assez souvent de ceux du *Dictyuchus* en ce qu'ils sont formés de sphérules ne remplissant pas complétement le sporange, car une partie des zoospores de première nature sont souvent sorties, et il offre alors une ouverture à la partie supérieure. C'est justement l'un de ces cas qui a été représenté par M. Pringsheim (2).

(1) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. II, p. 214.

(2) *Loc. cit.*, pl. XXII, fig. 7.

Ainsi ces quatre genres présentent entre eux une étroite analogie qui n'avait pas encore été signalée et qui est mise nettement en évidence par la présence de zoospores à deux cils antérieurs chez les *Achlya*. M. Leitgeb l'avait cependant entrevue (1).

Dans le genre *Pythium*, chez le *P. monospermum* Pringsh., par exemple, le plasma s'épanche au dehors en refoulant devant lui l'extrémité du sporange et la couche située au-dessous, qui se gonflent sous son influence comme une bulle de savon et l'entourent d'une membrane mince que j'appelle la *vésicule*. Elle est située à quelque distance du plasma ; c'est dans son intérieur qu'il se fractionne en petites masses, qui deviennent des zoospores et en crèvent, pour sortir, la paroi peu résistante : cette dernière devient presque aussitôt indistincte, sauf à la base, qui persiste encore quelque temps.

Les zoospores sont semblables aux zoospores de deuxième nature des *Saprolegnia* et *Achlya*.

Dans deux espèces nouvelles, le *P. imperfectum* et *utriforme*, la sortie du plasma a lieu par l'extrémité d'un long tube, comme dans le *P. Cystosiphon*, mais la vésicule *crève normalement* après avoir acquis un développement très-faible (2).

On pourrait tirer de là une série de conclusions que je me réserve de développer à un autre endroit.

Chez le *P. proliferum* de Bary, la sortie des zoospores a souvent lieu comme chez le *P. monospermum*; dans d'autres cas, les zoospores, toutes formées dans le sporange, s'échappent directement au dehors : la durée, depuis la rupture du sporange jusqu'à la dissémination des zoospores, n'est que de une à deux minutes, tandis que, dans l'autre cas, elle était de

(1) *Loc. cit.*, p. 386.

(2) Le *P. imperfectum* présente des sporanges sphériques, munis d'un long tube de sortie du plasma et situés à l'extrémité de filaments grêles comme ceux du *P. proliferum*.

Le *P. utriforme*, très-voisin, possède des sporanges également munis d'un long tube de sortie, mais ils sont toujours irréguliers, utriformes, réniformes allongés, et parfois intercalaires.

Ces deux espèces sont assez voisines du *P. Cystosiphon* (*Cystosiphon pythioides*), mais sont prolifères comme le *P. proliferum* de Bary.

vingt à trente minutes ; la vésicule se montre encore, mais pendant quelques instants seulement.

Ce mode de sortie est identique avec celui qu'on observe dans les *Cystopus* et chez les *Peronospora* de la section qui présente des zoospores (1) ; seulement, dans ce cas, la vésicule n'est pas toujours nettement visible.

On voit l'analogie que présentent avec les *Pythium* les espèces dont les conidies émettent au dehors, sans produire de zoospore, le plasma de leur intérieur, lequel s'entoure d'une membrane et germe alors comme une conidie ordinaire (2).

Les zoospores, dans tous ces genres, germent en donnant lieu à un filament simple ou rameux dans lequel le plasma abandonne successivement les parties les plus âgées et s'en sépare par quelques cloisons ; ou bien elles émettent des zoospores semblables à elles-mêmes (ex. *Pythium proliferum* et ses var.). Les deux modes de germination peuvent se présenter dans la même espèce.

b. *Saprolégniées munies d'étranglements.* — Les genres cités jusqu'ici sont constitués par des filaments cylindriques, mais il existe une série de genres parallèles aux premiers, qui présentent des utricules non cloisonnées, munies çà et là d'étranglements particuliers. Le type de cette structure se rencontre chez le *Leptomitus lacteus* Ag.

Parallèlement au genre *Saprolegnia* Nees, on peut citer le *Leptomitus lacteus* Ag. (3), et le *L. brachynema* Hildebr. (4), pour lesquels je propose d'établir le genre *Apodya* (5).

Le genre *Achlyogeton* (6) Schenk correspond aux *Achlya* Nees et *Aphanomyces* de Bary (7).

(1) De Bary, *Développement des Champignons parasites* (*Ann. des sciences nat.*, Bot., 4e série, t. XX, p. 19, pl. 3, fig. 3).

(2) Id., p. 38, pl. 7, fig. 3, 4, 11 et 12.

(3) D'après M. Pringsheim, *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. II, p. 228, qui propose de le désigner sous le nom de *Saprolegnia lactea*.

(4) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. VI, p. 18, pl. XVI, fig. 13-23. — *Ann. des sc. nat.*, Bot., 5e série, t. VIII, p. 327, pl. 19, fig. 13-23.

(5) Du grec ἀποδύειν, quitter une enveloppe.

(6) *Bot. Zeitung*, 1859, p. 398, pl. XIII A.

(7) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, 1859, t. II, p. 170.

Aux divers *Pythium* Pringsh. correspondent les genres *Myzocytium* Schenk (1) et *Rhipidium* (2) (gen. nov.).

Ainsi, il y a deux séries dans lesquelles la sortie des zoospores est presque identique ; la forme d'une sorte de zoospores y est identique aussi, et une ressemblance générale réunit tous ces genres.

Deuxième groupe.

Monoblepharidées. — Il n'en est pas de même du genre *Monoblepharis* (3), dont il reste encore à parler et qui ne se relie à aucun des autres : il s'en distingue par la forme de ses zoospores et surtout par la constitution de ses filaments, qui ne pré-

(1) *Ueber das Vork. contr. Zellen im Pflanzenr.*, p. 10.

(2) Le genre *Rhipidium* (du grec ῥιπίδιον, éventail) est caractérisé par un support général formé de cellulose épaisse, sorte de filament basilaire irrégulier, duquel partent, en rayonnant, des filaments munis çà et là d'étranglements, comme le *Leptomitus lacteus* Ag. et le *Lept. brachynema* Hildebr. en présentent.

Les sporanges sont ovales et séparés du reste du filament par un étranglement oblitéré par un dépôt de cellulose formant une épaisse cloison.

Le plasma s'en épanche sous forme d'une masse cylindrique, large comme la moitié du sporange et deux fois plus longue. On reconnaît bientôt qu'il est entouré d'une mince vésicule à parois transparentes ; les zoospores se séparent sur le champ, crèvent la vésicule et se dispersent dans l'eau (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XVIII, p. 58, séance du 24 mars 1871). Ce phénomène ne dure qu'un petit nombre de minutes. Ce mode de sortie rappelle celui que l'on observe chez certaines formes du *Pythium proliferum* de Bary. La structure des zoospores est la même, sauf des points de détail, que dans le genre *Pythium*.

Le deuxième mode de reproduction a lieu par oogones et par anthéridies. La gonosphérie est unique, étoilée ou un peu irrégulière ; après la fécondation, elle s'entoure d'une membrane *qui reproduit ce contour*. Par ce fait, le genre *Rhipidium* se distinguerait de toutes les autres Saprolégniées, si le support général n'était pas un caractère d'une plus haute importance encore.

Il y en a quatre espèces. Deux présentent une oospore étoilée. L'une est munie de filaments à étranglements nombreux (*Rh. interruptum*). Dans l'autre, il n'y a jamais qu'un seul étranglement à la base de chaque filament (*Rh. continuum*).

Dans une troisième espèce, l'oospore est à contour extérieur ondulé ; les articles, c'est-à-dire les intervalles entre deux étranglements successifs, ne sont pas cylindriques, mais claviformes et parfois très-allongés (1 millimètre) (*Rh. elongatum*).

Une dernière espèce, beaucoup plus rare et moins bien étudiée, présente certains sporanges (?) munis de pointes longues dirigées en haut ou en bas (*Rh. spinosum*).

(3) *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XVIII, p. 59, séance du 24 mars 1871.— Le genre *Monoblepharis* (du grec βλεφαρίς, cil ; μόνος, unique) est caractérisé par des zoospores normalement munies d'un cil unique ; il n'y a pas d'autre exemple

sentent pas avec le chloro-iodure de zinc la réaction cellulosique que l'on peut observer dans tous les autres genres.

Tels sont les principaux faits que l'on rencontre dans l'étude de la reproduction asexuée. Ils seront développés plus complétementdans un autre mémoire.

Je propose donc de partager les Saprolégniées en plusieurs groupes : l'un comprenant les genres à filaments cylindriques, l'autre les genres à filaments munis d'étranglements et qui correspondent aux premiers. Dans tous ces genres on observe des zoospores réniformes communes à toute la série; ce sont les *Saprolégniées vraies*. Leur membrane est constituée par de la cellulose.

On aurait, d'un autre côté, les *Monoblepharidées*, composées jusqu'ici du seul genre *Monoblepharis :* la forme des zoospores et leur constitution, celle des spores sexuées, les éloignent des autres Saprolégniées et les rapprochent des Chytridinées, ainsi que l'absence de cellulose dans la membrane, qui les fait rentrer dans la généralité des autres Champignons.

Le deuxième mode de reproduction, ou reproduction sexuée, qui va nous occuper plus spécialement, nécessite un certain nombre d'organes qui sont les suivants :

1° Des cellules sphériques en général, à parois plus épaisses

de ce fait dans la famille des Saprolégniées. Le mode de sortie des zoospores est aussi spécial que leur constitution.

Le corps de la zoospore sort du sporange, le cil y restant encore engagé; par la traction qu'elle exerce pour l'en retirer, elle en fait sortir une seconde, puis, la seconde aidant aussi, une troisième; elle est libre alors et s'échappe dans le liquide. On voit ainsi, à l'ouverture des sporanges, où les zoospores sont disposées en file, trois d'entre elles imparfaitement libres et encore retenues par leur cil, dont des longueurs diverses pour chacune sont dégagées déjà; si, dans les sporanges, les zoospores sont disposées d'une autre façon, un plus grand nombre sort à la fois.

La reproduction sexuée a lieu par oogones et par *anthérozoïdes;* ces derniers sont identiques aux zoospores, de taille moitié moindre, et présentent un contenu moins riche en granules.

Il y en a trois espèces : l'une présente des sporanges prolifères, comme le *Pythium proliferum* de Bary; la reproduction sexuée n'y est pas connue : c'est le *M. proliferum* Les deux autres espèces, *M. sphærica* et *M. polymorpha*, seront étudiées en détail un peu plus loin.

que celles des filaments, constituent l'organe femelle : ce sont les *oogones*.

2° Ces oogones contiennent des spores sphériques, immobiles, munies, à la maturité, d'une enveloppe à double contour et qui germent après un long temps de repos : ce sont les *oospores*. Elles proviennent de la fécondation des *gonosphéries* par l'élément mâle.

3° Les *gonosphéries* (*Befruchtungskugel*) sont des globules sphériques, formés aux dépens du contenu plasmique de l'oogone, qui se concentre en une ou plusieurs masses égales. Elles sont dénuées de membrane avant la fécondation ; cette dernière a pour effet de les transformer en cellules parfaites.

4° Dans les environs des oogones se développent certaines ramifications grêles, qui les entourent et s'appliquent sur eux : elles représentent l'organe mâle : on les appelle *branches latérales* (*Nebenaeste*) : leur extrémité renflée et isolée par une cloison constitue ce que Pringsheim appelle l'*anthéridie*.

Dans certains cas, les branches latérales manquent ; il faut chercher ailleurs l'organe mâle. Ce cas sera étudié à part.

Les sujets traités successivement dans cette première partie le seront dans l'ordre suivant :

1° Description des oogones et des branches latérales adultes ; leur développement.

2° Action réciproque de ces organes, c'est-à-dire fécondation.

3° Examen des cas dans lesquels manquent les branches latérales. Théorie de M. Pringsheim sur la sexualité des Saprolégniées.

4° Fécondation par anthérozoïdes véritables.

5° Des oospores ; leur germination.

Enfin une étude aussi complète que possible sera faite des Chytridinées, parasites des Saprolégniées, pris jusqu'ici ou qu'on pourrait prendre pour des organes sexuels.

REPRODUCTION SEXUÉE.

HISTORIQUE.

Le premier qui rencontra des spores immobiles ou sexuées est Schleiden (1); M. Nægeli n'en dit que quelques mots (2): ni l'un ni l'autre ne les ont étudiées complétement.

Meyen et Kuetzing n'en parlent pas et semblent ne pas les avoir vues.

M. Al. Braun (3) décrit très-exactement les spores immobiles et leur formation. Il ne dit pas sur quelle espèce de *Saprolegnia* ont porté ses observations; il ne parle pas des ouvertures que présentent normalement les cellules qui renferment ces spores. Dans un autre endroit (4) il cite certains rameaux grêles qui entourent ces cellules, et qui lui semblent analogues aux cornicules des *Vaucheria;* mais leur présence n'est pas constante, ajoute-t-il, et il n'a constaté d'ailleurs aucun abouchement réel (*wirkliche Einmuendung*).

M. Thuret (5) décrit et représente les sporanges sphériques du *Saprolegnia ferax* remplis de spores immobiles; il signale les perforations naturelles des parois; il n'obtint pas le développement de ces spores.

M. Pringsheim (6), dans son étude du *S. ferax*, qu'il appelle improprement *Achlya prolifera*, confusion générale à cette époque, consacre plusieurs pages aux spores immobiles et aux sporanges sphériques qui les renferment, à leur formation et à la germination des spores. La description est plus complète que dans le mémoire précédent : il a observé les perforations du sporange sphérique, et prouve que ce n'est pas une simple

(1) *Grundz. erst. Aufl.*, 1845, II, p. 36.
(2) *Zeitschrift*, 1846, p. 29.
(3) *Verjuengung*, 1849-1850, p. 288.
(4) *Loc. cit.*, p. 318.
(5) *Ann. des sc. nat.*, Bot., 1850, 3e série, t. XIV, p. 231, pl. 22, fig. 11.
(6) *Die Entwickelungsgeschichte der* Achlya prolifera (*Nova Acta Acad. C. L. C. nat. curios.*, 1851, pars Ia, t. XXIII, p. 418).

apparence, mais que ce sont des ouvertures véritables. Cependant il affirme avoir trouvé de l'amidon dans l'intérieur des spores, fait que je révoque en doute. Il ne parle aucunement de ces branches latérales vues par M. Al. Braun, et ne cite même pas son mémoire, dont il n'avait pas connaissance, probablement, à cause de la date récente de la publication (1850).

M. de Bary (1) a de même observé les spores immobiles du *S. ferax* et celles de l'*A. prolifera*. Il considère les deux fructifications comme très-analogues. Il n'a, ni dans l'un, ni dans l'autre cas, rencontré de ces rameaux dont parle M. Al. Braun; il ne les signale pas du moins.

Plus tard, dans son premier mémoire sur la sexualité des Algues, M. Pringsheim (2) émet l'opinion que les spores immobiles sont dues à une fécondation, et que les perforations du sporange sont destinées à laisser passer les anthérozoïdes.

M. Al. Braun (3), dans une étude sur le genre *Chytridium*, revient sur les idées émises précédemment à propos des rameaux analogues aux cornicules des *Vaucheria*. Il représente le *Saprolegnia* sur lequel ont porté ses observations, et qui ressemble beaucoup à celui que je propose de nommer *S. spiralis*; il croit à l'existence d'anthérozoïdes contenus dans ces sortes de cornicules.

M. Pringsheim (4), dans un mémoire classique aujourd'hui, décrit les branches latérales d'une espèce nouvelle qu'il nomme *S. monoica*; il remarque que les extrémités des branches latérales (*Nebenaeste*) sont renflées, cloisonnées, qu'elles sont appliquées sur la cellule dilatée qui contient les spores, et il affirme que ces dernières proviennent de la fécondation de certains globules sans membrane par les anthérozoïdes sortis de la cellule renflée terminant la branche latérale.

(1) *Bot. Zeitung*, 1852, p. 473. Il distingue l'*A. prolifera* (*Sapr. capitulifera* A. Br.) du *S. ferax* (Gruith.).

(2) *Monatsberichte der k. Acad. d. Wiss. zu Berlin*, mars 1855, p. 156-157 Une analyse en a été donnée *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4ᵉ série, t. III, p. 373.

(3) *Abhandl. d. physik. Klasse d. k. Acad. d. Wiss. zu Berlin*, juin 1855, p. 63, pl. V. — Un tirage à part en a été publié sous le titre : *Ueber Chytridium, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewaechse auf Algen und Infusorien*. Berlin, 1856

(4) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, 1859, t. I, p. 202; trad. dans les *Ann. des sc. nat.*, 4ᵉ série, t. XI, p. 358, pl. 6.

Mais, pour employer la terminologie usitée aujourd'hui et les expressions de M. Pringsheim, appelons *gonosphéries* les globules non fécondés encore, *oospores* les spores produites par la fécondation, et *oogones* les organes qui les renferment. Quant aux branches latérales, elles sont terminées par une cellule que nous désignons avec l'auteur sous le nom d'*anthéridie;* la valeur de ce nom sera examinée plus tard, lorsque les faits énoncés dans le mémoire cité ci-dessus seront repris et discutés en détail.

Depuis, M. de Bary (1) publia un mémoire où cette question de la fécondation est à peine effleurée à propos de l'*Aphanomyces lævis* de Bary.

M. Pringsheim (2), dans le même volume, fit paraître un deuxième mémoire sur les Saprolégniées, où il expose une théorie complète de la sexualité. On y reviendra plus loin.

Les corps reproducteurs autres que les zoospores sont les spores immobiles. On peut cependant citer encore quelques formations observées par différents observateurs, outre les spores immobiles ou oospores.

Ce que M. Nægeli (3) a décrit comme une troisième sorte de cellules reproductrices, doit vraisemblablement être rapporté à des zoospores parvenues à l'état de repos. L'auteur lui-même se demande s'il n'en serait pas ainsi.

Ce sont aussi probablement des zoospores au repos que signale M. Al. Braun (4) dans les sporanges allongés du *Leptomitus lacteus* Ag., et qu'il considère comme des spores immobiles. Ce qui rend probable cette opinion, c'est qu'il n'en a pas vu les zoospores, décrites plus tard par M. Pringsheim (5), et qui se développent dans des sporanges cylindriques. Les oogones sont au contraire toujours (sauf les cas anormaux) renflés et dilatés.

Quant aux spores étoilées rencontrées par M. Pringsheim (6), dans l'intérieur des filaments de quelques espèces, ce sont les

(1) *Einige neue Saprolegnieen* (*Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II, p. 179).

(2) *Nachtræge zur Morph. der Saprolegnieen* (*Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II, p. 205).

(3) *Zeitschrift. f. wiss. Bot.*, 3tes und, 4tes Heft. Zurich, 1846, p. 29.

(4) *Verjuengung*, p. 289.

(5) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II, p. 228.

(6) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II, p. 225.

spores immobiles d'un parasite qui sera décrit dans ce mémoire sous le nom de *Chytridium Saprolegniæ* ou d'un autre voisin.

DES OOGONES.

Les oogones sont des cellules sphériques, le plus souvent, formées par le cloisonnement d'une portion renflée et dilatée, en général terminale, d'un filament. La cloison, dans la plupart des cas, détache aussi une portion non renflée du filament, de sorte que la cellule entière se compose d'une partie sphérique et d'une portion cylindrique. La forme sphérique et régulière est la plus générale; cependant on trouve des exceptions. Les *Saprolegnia* présentent parfois des oogones ovoïdes ou oblongs (il en est de même chez certains *Achlya* : ex. *A. polyandra* Hildebr.); l'altération de leur forme va même plus loin : on en voit de très-allongés et même de tout à fait cylindriques. Cette forme est le plus souvent due aux conditions de développement de l'oogone.

Chez les *Myzocytium*, l'oogone a une forme assez spéciale : il est ovoïde (*M. globosum* Schenk) (1), sphérique, et muni d'une portion un peu irrégulière (*M.* (*Pythium*) *entophytum* Pringsh.); ou bien linéaire renflé et irrégulier (*M. lineare* sp. nova) (2).

Chez les *Pythium*, le renflement qui produit l'oogone ne se forme pas toujours à l'extrémité même du filament, mais parfois un peu au-dessous; l'oogone est donc surmonté d'une petite portion cylindrique. Il en est de même dans les Péronosporées.

Les parois de l'oogone sont plus épaisses que celles du reste du filament; il y a cependant des degrés dans l'épaisseur : ainsi tandis qu'elle est à peine double de celle du filament dans la plupart des espèces, chez d'autres (ex. *Achlya racemosa* Hildebr.)

(1) Max. Cornu, *Note sur l'oospore du* Myzocytium (*Bulletin de la Société botanique de France*, 1869, t. XVI, p. 222).

(2) Le *M. lineare* se distingue du *M. globosum* par ses sporanges linéaires, simples ou rameux (et non ovoïdes), disposés en file. Le *M. entophytum* (Pringsh.) présente des sporanges cylindriques rameux; le tube de sortie du plasma et l'habitat dans l'intérieur des spores des Zygnémacées le distinguent suffisamment des deux autres.

elle s'exagère beaucoup : dans ce dernier cas, les parois sont fréquemment colorées par une teinte jaunâtre, qui s'accentue d'autant plus que les oogones vieillissent davantage.

Les parois peuvent être lisses ou munies d'échinules. Ces dernières varient de forme, de longueur et de nombre. Elles sont nombreuses, larges, obtuses, à parois minces dans l'*Achlya recurva*, sp. nova (1); ce sont des sortes de prolongements émis par la membrane de l'oogone. Chez l'*Achlya racemosa* (2), au contraire, elles sont plus rares, courtes, coniques et formées par un épaississement de la membrane, comme si elles avaient été comblées intérieurement par un dépôt de cellulose. Dans la variété *spinosa*, ce sont de véritables épines dont la longueur acquiert jusqu'à la moitié du diamètre de l'oogone. Cette espèce, dont les oogones sont échinés ou lisses, présente des ondulations dans le contour interne de sa paroi, des plissements et des épaississements irréguliers. Il y a donc une sorte d'indication de la variation de forme : cette apparence diverse de l'oogone n'a pas laissé que de m'embarrasser quelque peu.

Enfin, une espèce rencontrée deux fois, mais dont je n'ai trouvé que trois oogones, et qui appartient à un *Saprolegnia* ou un *Achlya*, présentait un oogone ovoïde, muni à sa partie supérieure d'une pointe conique. Je n'ai pu déterminer le genre de cette plante, spécifiquement différente de toutes celles que je connais; je me suis donc abstenu de la nommer.

Malgré toutes les variations signalées, on voit que les oogones ont une forme en général constante, sphérique, ou au moins

(1) Cet *Achlya* se distingue des autres par ses oogones échinés, non perforés, portés par un rameau *recourbé* en arc, vers l'extrémité duquel il naît solitaire et en général *latéralement;* les branches latérales naissent, soit du rameau, soit de l'axe. Le nombre des oospores est en général de six à huit. Parfois l'oogone porte une portion cylindrique, comme les *Pythium*, à sa partie supérieure.

(2) L'*Achlya racemosa* Hildebr. est une espèce très-polymorphe; la forme appauvrie et non richement fructifère constitue l'*A. lignicola* du même auteur. J'ai rencontré deux autres variétés : l'une munie d'oogones à échinules plus ou moins rares, c'est la variété *stelligera;* l'autre munie de véritables épines, c'est la variété *spinosa.* On arrivera peut-être à les ériger en espèces; pour moi, ce ne sont que des variétés du type primitif.

renflée. Il n'est pas question ici du genre *Monoblepharis*, qui sera examiné ultérieurement.

Chez certaines espèces des genres *Saprolegnia* et *Achlya*, les oogones sont normalement munis de perforations régulièrement réparties, et destinées à faciliter la fécondation (*S. monoica*). Ce fait a été reconnu successivement par MM. Thuret, Pringsheim, de Bary, et est aujourd'hui hors de doute. Pour bien se rendre compte qu'on a sous les yeux des perforations véritables et non de simples amincissements de la membrane, on peut écraser un oogone avec le verre mince qui recouvre la préparation; on en déchire ainsi les parois, et l'on constate, lorsque la déchirure passe par une des parties claires de la membrane, qu'il y a positivement une échancrure, et qu'aucun débris cellulosique ne se trouve sur les bords. En faisant agir le chloro-iodure de zinc, la membrane de l'oogone, comme celle de toute la plante (sauf le mycélium), se colore en bleu violacé, et les perforations ne présentent pas la plus légère teinte. Ces divers moyens, proposés dans les premiers mémoires sur ce sujet, sont à l'abri de toute objection.

Les perforations, vues de face, se montrent comme des ouvertures circulaires, à bords nettement taillés dans les parois de l'oogone; elles sont en nombre variable, mais en général régulièrement disposées. Sur le contour, elles se projettent suivant un espace plus clair; la double ligne est interrompue sur une longueur égale à leur diamètre. Par l'action du chloro-iodure de zinc, la coloration est plus intense sur le bord de la perforation. Faut-il en conclure, avec M. Pringsheim, que la paroi est plus épaisse au bord de l'orifice? Je ne le crois pas, car l'épaississement n'est pas visible sur le contour (1). Vues obliquement sur la paroi, elles apparaissent comme une ellipse très-déprimée, dont le grand axe est parallèle à l'élément de contour le plus voisin, et

(1) Avant la fécondation, l'oogone se colore absolument comme le reste de la plante; après la fécondation, la coloration est plus difficile à obtenir; elle est rougeâtre quand les autres parties sont franchement bleues: la membrane s'est donc modifiée. La coloration plus intense des bords de l'ouverture prouve seulement qu'en ce point la modification de la paroi a été moins complète.

dont l'une des moitiés, celle qui est tournée vers l'extérieur, est beaucoup plus nette et brillante que l'autre : cela tient à la réfraction de la lumière par le bord nettement découpé, et vu de face de la paroi cellulaire. L'apparence change suivant qu'on se rapproche plus ou moins du contour ou du centre de l'oogone, et suivant encore qu'on fait varier le point dans un sens ou dans l'autre.

M. Pringsheim avait cru devoir attacher beaucoup d'importance à ces perforations; elles manquent très-fréquemment. Dans toute la famille, il n'y a que les espèces suivantes qui les présentent :

Saprolegnia ferax (Gruith.).
— *monoica* Pringsh.
— *spiralis* sp. nova (1).
Achlya prolifera Nees.
— *leucosperma* (2) sp. nova.
Pythium monospermum Pringsh. (d'après M. Pringsheim).

Les oogones peuvent être situés de différentes façons : tantôt ils terminent le filament qui leur a donné naissance; tantôt des rameaux plus ou moins allongés partent du tronc; quelquefois ils naissent sur le tronc lui-même. D'autres fois, mais beaucoup plus rarement, et surtout chez les *Saprolegnia*, ils sont formés par une portion même du tronc, qui se renfle plus ou moins et s'isole par deux cloisons. C'est dans des cas pareils qu'on a souvent ces oogones de forme particulière dont il a été question plus haut, et qui sont ovales, oblongs, cylindriques, ou munis de deux portions cylindriques dans le prolongement l'une de l'autre, l'une supérieure, l'autre inférieure.

Les oogones intercalaires sont très-rares chez les *Achlya ;* ils sont communs chez les *Pythium* et les Péronosporées; ils existent normalement chez les *Myzocytium.*

(1) Voyez plus haut, page 10.

(2) Cette espèce se distingue des autres *Achlya* par les perforations de l'oogone (il n'y en a que deux dans ce cas), par ses spores blanches et non brunes, et par ses anthéridies cylindriques situées en file à l'extrémité des branches latérales; elles proviennent de cloisons successivement disposées sur un même filament, qui entoure souvent l'oogone sphérique suivant un grand cercle.

La forme, la longueur, comme la position du filament porteur de l'oogone, varient, mais peuvent cependant donner de bons caractères spécifiques. C'est à son extrémité qu'est en général fixé l'oogone ; il y a pourtant quelques exceptions : ainsi chez l'*Achlya recurva*, et, dans certains cas, chez le *S. spiralis*, le filament porteur se termine brusquement, et les oogones sont insérés sur une portion latérale plus ou moins éloignée de l'extrémité. Ce fait est rare, du reste, dans la famille.

Les filaments porteurs sont courts ou longs : dans le premier cas, ils sont fréquemment plus étroits à leur naissance que dans une portion plus éloignée (*A. racemosa* Hild.); dans le second, ils ont des formes très-variables : tantôt droits, tantôt irrégulièrement flexueux (*S. monoica*, Pringsh.), tantôt courbés en arc de cercle (*A. recurva*). Deux espèces, le *S. spiralis* et l'*A. contorta* (sp. nova), sont caractérisées par les formes particulières de ces filaments porteurs: dans la première, ils s'enroulent souvent en hélice, suivant un ou deux tours de spire plus ou moins régulière ; chez la seconde, ils sont plus ou moins contournés en spirale et tordus dans divers sens; ils peuvent se renfler par endroits d'une façon très-remarquable et qu'on ne retrouve nulle part ailleurs. Dans chacune de ces espèces, les formes, sans être constantes, tendent vers ces deux types, et plus rarement les filaments sont rectilignes (1).

Enfin, chez d'autres, les variations sont trop irrégulières pour pouvoir être facilement caractérisées (*S. monoica* Pringsh., *A. polyandra* Hild.), et n'ont pas ainsi de valeur spécifique.

Le nombre des oogones portés par un filament varie beaucoup dans chaque espèce; il est en général d'une dizaine en moyenne, mais ce nombre n'a rien d'absolu. Chez l'*Achlya racemosa* Hild. se rencontrent les écarts les plus considérables. On voit des individus porteurs d'un seul oogone; M. Hildebrand en a compté jusqu'à 18. Souvent on en trouve un plus grand nombre : j'en ai observé sur un seul filament jusqu'à une centaine, et même

(1) Outre ce caractère, l'*A. contorta* présente des oogones lisses contenant un nombre assez restreint d'oospores, huit en moyenne, avec des variations en plus ou en moins.

davantage. Dans ce cas, l'espèce mérite réellement le nom imposé par l'auteur, et elle a l'aspect d'une véritable grappe de raisin à grains pressés les uns contre les autres.

Le nombre des oospores contenues dans un même oogone dépend en général du diamètre de l'oogone dans les espèces polyspores; chez le *S. monoica* et l'*A. leucosperma*, j'en ai compté de quatre à trente-deux. Ces limites peuvent très-certainement être dépassées dans un sens ou dans l'autre.

Les *Aphanomyces* sont monospores, mais quelquefois, très-rarement, dans l'*A. stellatus* de Bary, on rencontre deux spores dans l'oogone, d'après M. de Bary (1).

Dans la plupart des genres de la famille, *Pythium*, *Rhipidium*, etc., l'oospore est unique. Il n'y a que les *Saprolegnia*, *Achlya* (et *Aphanomyces*) qui fassent exception, et ce dernier genre doit être signalé sous toute réserve.

Les oospores sont sphériques ou un peu irrégulièrement étoilées; elles sont blanches, brunes, rosées; à parois minces ou très-épaisses. La couleur est due, soit au contenu (*Saprolegnia*), soit à la paroi tout entière (*Pythium*), soit à une pellicule mince qui la recouvre extérieurement (Péronosporées).

Le deuxième mode de reproduction se rencontre parfois sur les individus qui présentent déjà le premier; et ce cas est beaucoup plus fréquent que M. Pringsheim ne semblait le croire, d'après le *S. ferax* (2). Dans le cas où il se montre sur des individus isolés ou mal caractérisés, il y a quelque difficulté, s'il y a mélange de genres, à rapporter les organes de la fructification sexuée au genre auquel ils appartiennent. Parmi les espèces rentrant dans cette catégorie embarrassante, on peut citer l'*A. racemosa* Hild.; la détermination du genre a arrêté M. Hildebrand, aussi bien que moi-même après lui : la difficulté est considérable quand on n'a que des individus rares et isolés en état de fructification, au milieu d'un mélange de filaments.

Cependant plusieurs remarques peuvent mettre sur la voie

(1) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II, p. 178.

(2) *Entwick. d.* A. prolifera (*Nova Acta nat. cur.*, p. 419).

et donner, dans certains cas, des indications utiles. Si l'on trouve un oogone terminant un filament qui s'est développé à travers un sporange vidé, on peut supposer qu'on a sous les yeux une espèce du genre *Saprolegnia*. Néanmoins les difficultés subsistent, et il me semble bien difficile de séparer dans tous les cas (sauf peut-être en cultivant la plante en litige) le *Saprolegnia asterophora* de Bary de la forme échinée de l'*Achlya racemosa* Hild.

Le deuxième mode de fructification se montre plus ou moins longtemps après l'apparition du premier. Dans une culture de l'*Achlya leucosperma*, je l'ai vu apparaître quatre jours après l'inoculation des zoospores, c'est-à-dire environ deux jours après la sortie des premières zoospores. M. Pringsheim dit que dans ses cultures le *S. ferax* (1) montrait des oogones déjà cinq jours après le semis; pour moi, c'est seulement après huit jours que je les ai observés. Tout cela est assez variable d'ailleurs : dans une série de cultures entreprises pour la recherche de quelques faits et la vérification de quelques idées théoriques, j'ai placé dans des conditions identiques tous les individus que je faisais développer. Les oogones se montrèrent, malgré les conditions identiques, après des intervalles différents, du sixième au dix-huitième jour. L'espèce mise en expérience était l'*Achlya contorta*.

En moyenne, ils apparaissent une dizaine de jours après le premier développement des zoospores. Quand la plante est très-florissante, ils se montrent avant. Si elle végète mal, ce qui arrive quand les infusoires ou d'autres végétations l'envahissent, la fructification est retardée ou même fait complétement défaut. Quand plusieurs espèces cohabitent sur le même substratum, l'une d'elles peut présenter des oogones sans que l'autre en développe jamais. Dans les cultures citées plus haut et qui furent nombreuses d'*A. contorta*, se trouvait un *Saprolegnia* qui ne put être mené à bien comme l'*Achlya*. Cela démontre, en passant, que la fructification sexuée ne se manifeste pas, comme le dit M. Pringsheim, à la suite du changement de nourriture (2) de

(1) *Entwick. d.* A. prolifera (*Nova Acta nat. cur.*, p. 429).

(2) *Entwick.*, p. 430.

la plante, car les modifications du substratum qui faisaient fructifier l'une auraient dû exercer la même action sur l'autre.

DES BRANCHES LATÉRALES.

Dans les espèces que nous étudions d'abord, l'organe mâle est constitué par les branches latérales : ce sont des rameaux naissant dans le voisinage des oogones, que M. Al. Braun rencontra et décrivit le premier. L'espèce sur laquelle il les observa n'est peut-être autre chose que le *S. spiralis*, dont on a dit quelques mots plus haut.

Les branches latérales se composent de deux parties : l'une, importante et terminale, de formation constante, c'est l'*anthéridie ;* l'autre, bien plus variable, en général, et bien moins importante, c'est le *filament porteur* de cette anthéridie. L'une et l'autre peuvent fournir des caractères spécifiques.

Filament porteur. — Le filament porteur est court ou long, droit ou flexueux, simple ou rameux. Chez l'*A. racemosa* Hild., il a une forme arquée et reste simple en général ; chez l'*A. polyandra* Hild., il s'allonge et se ramifie dans tous les sens, s'enroule à droite et à gauche autour des filaments et des oogones placés dans le voisinage, ou s'applique directement sur l'oogone en parcourant un trajet plus ou moins flexueux.

Il est cylindrique dans toutes les espèces. Dans le genre *Rhipidium*, où les filaments sont munis çà et là d'étranglements, il perd le caractère du genre, n'est plus composé d'articles successifs, et prend entièrement l'apparence d'un filament cylindrique. Dans ce genre il est fort allongé et volubile.

Il procède, en général, des parties voisines de l'oogone, soit du filament porteur de l'oogone, soit du tronc principal, soit encore de troncs non porteurs d'oogones. Ces divers cas peuvent se présenter dans la même espèce. On le voit même, mais c'est rare et accidentel, naître de la surface de l'oogone lui-même. Ex.: *A. racemosa* Hild. (pl. 1, fig. 2).

Dans le genre *Dictyuchus* Leitgeb, qui se compose d'une

seule espèce, il y a séparation complète des individus porteurs d'oogones et de ceux qui donnent naissance aux anthéridies : ces derniers émettent un grand nombre de rameaux qui enlacent les autres, surtout dans le voisinage des oogones, comme des plantes grimpantes. Chez le *Rhipidium elongatum*, il semble aussi qu'il y ait diœcie; mais il n'en est rien (1).

Il y a enfin des cas où le filament porteur de l'anthéridie est entièrement nul : c'est ce qu'on observe chez les *Myzocytium*. Le *Myzocytium globosum* Schenk (2) est uniquement composé d'organes de reproduction; il est formé de cellules renflées, ovoïdes elliptiques, soudées les unes aux autres par l'extrémité de leur grand axe. Les unes sont des sporanges déversant au dehors leur contenu, qui se transforme en zoospores à la manière des *Pythium*. Les oogones sont des cellules un peu plus exactement sphériques ; quant aux anthéridies, elles ont à peu près la forme des sporanges et sont intercalées entre les oogones dans le filament moniliforme du *Myzocytium*. Le filament porteur est nul. J'ai décrit cette disposition dans un autre recueil (3).

Le *Myzocytium entophytum* (Pringsh.), et le *M. lineare* ne possèdent pas davantage de filaments porteurs des anthéridies.

Anthéridies. — La partie terminale, ou *anthéridie*, est formée par le cloisonnement de l'extrémité renflée des branches latérales où afflue le plasma. Ce nom d'anthéridie est critiquable, parce qu'il est employé d'ordinaire pour désigner un organe contenant des anthérozoïdes, et c'est dans ce sens qu'il était admis. Nous verrons que leur existence y est au moins contestable.

(1) Le *Rhipidium elongatum* offre une particularité singulière : la portion du filament porteur présente presque invariablement, au-dessous de l'anthéridie, un tour de spire, sorte de boucle incomplétement formée. Ce fait ne se présente que dans cette espèce, et il est très-constant.

(2) M. Schenk a décrit (*Verhandl der med. Ges. in Wurzbury*, t. IX, 1859, p. 12) sous le nom de *Pythium proliferum* et *globosum*, une seule et même espèce pour laquelle plus tard il proposa le genre *Myzocytium* (*Ueber das Vork. d. c. Zellen*, p. 10). M. Walz (*Bot. Zeitung*, 1870, p. 553) propose de l'appeler *P. globosum*, pour éviter la confusion avec l'espèce de M. de Bary, qui porte le même nom.

(3) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1869, t. XVI, p. 222.

Je n'ai pas voulu me permettre de changer le nom admis, quoiqu'il consacre une idée fausse. Je préférerais, si l'on devait le modifier, celui d'*androcyste*, qui ne préjuge rien. Cependant je le conserverai dans ce mémoire, parce que c'est le nom adopté par tous pour désigner ces cellules. On conserve de même dans les Floridées le nom d'*anthérozoïdes* aux corpuscules mâles, chez lesquels M. Nægeli avait cru reconnaître des cils, et qui sont parfaitement inertes, quoique, d'après l'étymologie, ce nom doive être rejeté.

Les anthéridies sont des cellules à parois plus épaisses que celles du filament qu'elles terminent : elles sont remplies d'un contenu réfringent, tenant en suspension quelques granules oléagineux. Je n'y ai jamais observé d'anthérozoïdes. Le mouvement qu'on y remarque quand elles sont à demi vidées doit être attribué à une trépidation moléculaire et nullement à un mouvement ciliaire. Il s'observe souvent en même temps dans les portions du filament extérieures à cette anthéridie.

Elles sont oblongues, ovoïdes, claviformes, à contour régulier ou dyssymétrique. Dans certaines espèces, elles sont cylindriques (*Achlya leucosperma*, *A. contorta*), formées par le cloisonnement, répété plusieurs fois, d'une longueur plus ou moins grande du filament. Dans ce cas elles sont situées en file.

Dans quelques cas, la partie isolée par une cloison est rameuse, l'anthéridie est pour ainsi dire lobée ou digitée (*Achlya polyandra, A. recurva*). Elle peut aussi présenter des ramifications situées à angle droit; ceci est fréquent dans les anthéridies cylindriques.

L'anthéridie située à l'extrémité de la branche latérale qui s'est courbée à cet effet, s'applique sur l'oogone : près de la base de l'oogone (pl. 1, fig. 2 et 4), quand le filament porteur est court (*A. racemosa* Hild.) ; n'importe où, quand ce dernier a des dimensions variables. Cependant, dans le genre *Rhipidium*, le point où se fixe l'anthéridie semble assez constant : c'est vers la base chez les *R. continuum* et *interruptum ;* vers le sommet, chez le *R. elongatum.*

Tantôt elle s'applique perpendiculairement, c'est-à-dire par

sa partie terminale (*A. racemosa, Rhipidium interruptum*) ; tantôt, au contraire, suivant une portion latérale qui va de la base au sommet (*Saprolegnia monoica, Achlya contorta*, pl. 1, fig. 12). Quand elles sont cylindriques, elles se fixent sur la surface de l'oogone et l'entourent suivant un grand cercle, qui est parfois celui du contour apparent. L'observation des phénomènes ultérieurs est alors grandement facilitée.

La portion extrême de la branche latérale peut s'appliquer sur l'oogone suivant un trajet plus ou moins long, et émettre des anthéridies à droite et à gauche, en se cloisonnant diversement. La description des divers cas particuliers qu'on obtiendrait ainsi serait trop longue et sans intérêt.

Dans le *Rhipidium elongatum*, l'anthéridie a une forme spéciale; elle est oblongue, courbe, et porte à son extrémité un bec recourbé : c'est par ce bec seulement qu'elle touche à l'oogone. — On a vu plus haut la disposition spéciale du filament porteur (page 29).

Le nombre des anthéridies appliquées sur un oogone varie suivant les espèces, et, dans la même, il dépend des dimensions de l'oogone et de la ramification des branches latérales. Dans certaines espèces, il est assez limité : l'*A. racemosa* en offre de un à trois en général. Chez l'*A. polyandra* Hild. (pl. 1, fig. 1), elles sont très-multipliées; on voit parfois l'oogone en être entièrement couvert. Ajoutons, en outre, que les branches latérales s'appliquent non-seulement sur les oogones, mais sur le support et sur des filaments ordinaires. Cependant toutes les ramifications des branches latérales ne sont pas forcément terminées par des anthéridies, surtout lorsqu'elles sont situées loin des oogones.

Les anthéridies fixées sur l'oogone émettent à travers des perforations, pratiquées à l'avance naturellement ou qu'elles déterminent elles-mêmes, des prolongements diversement flexueux et ramifiés, qui s'enfoncent *dans l'intérieur* des gonosphéries, et elles se vident entièrement, mais avec lenteur (pl. 1, fig. 12-15).

C'est ainsi que s'accomplit l'acte fécondateur, à la suite duquel les gonosphéries se changent en oospores.

FORMATION DES OOGONES.

Les oogones sont formés par le renflement de certains rameaux terminaux ou latéraux, dans lesquels une grande quantité de plasma s'est successivement accumulée. Quand la concentration est suffisante, une cloison se forme, qui isole la portion terminale, et la cellule ainsi séparée subit un développement ultérieur dont le résultat est la formation d'une ou plusieurs gonosphéries.

Dans tous les genres à oogones monospores, le développement se ressemble beaucoup, et sauf certaines exceptions, paraît identique dans tous et est assez simple. Il n'en est pas de même dans les genres *Saprolegnia* et *Achlya*, la formation des gonosphéries s'accompagne alors de phénomènes plus compliqués, et sur l'interprétation desquels les savants sont loin d'être d'accord.

C'est par cette étude qu'il est bon de commencer; les cas plus simples s'en déduiront aisément.

Espèces polyspores.

Jusqu'ici on s'est contenté d'observer des exemplaires isolés, et de les rattacher les uns aux autres d'après des présomptions raisonnables; on obtient ainsi la série probable du développement. Cependant, dans plusieurs cas, il est nécessaire, pour décider certaines questions, de suivre le même organe pendant un ou deux jours. Quoique la culture des Saprolégniées sur le porte-objet présente des difficultés considérables, j'ai cependant réussi quelquefois. Je dois surtout citer des espèces développées sur du biscuit de munition; elles étaient dans un bel état d'abondance et de pureté. J'en arrachai quelques touffes avec précaution; les racines ne se rompirent point et entraînèrent une certaine portion du substratum, qui leur permit de vivre pendant quelques jours. Sur la lame qui les reçut, je les baignai d'eau en évitant la dessiccation; elles ne furent recouvertes du verre mince que pendant le temps strictement nécessaire à l'observation, et, quand elle fut finie, on les plaça dans un vase largement ouvert, rempli d'une eau très-pure

et très-aérée. Cette méthode peut encore s'employer, mais moins commodément, quand le substratum est animal. Lorsqu'on a obtenu une culture marchant d'une façon régulière, ce qui arrive si la plante est en bonne santé, tous les oogones se trouvent ensemble au même état, et la série naturelle s'observe très-bien. Il est possible de suppléer ainsi à la culture sur la lame de verre par des observations isolées, mais dans ce cas seulement.

Sur les espèces les plus robustes, en général sur les *Achlya*, on peut, quand on observe la marche du développement, voir à quel instant la plante est sur le point de donner des oogones. Les filaments prennent une teinte opaque et sombre à l'extrémité qui va se transformer; on les voit souvent s'allonger et devenir ondulés, en un mot perdre leur aspect ordinaire ; les oogones se montrent un ou deux jours après. Quand les supports des oogones sont contournés, spiraux ou de forme variable (*S. spiralis*, *A. contorta* et *polyandra* Hild.), ils s'allongent en prenant la forme qu'ils garderont plus tard; mais leur extrémité n'est pas encore renflée: elle commence par devenir plus obtuse, le plasma s'y accumule en grande quantité, et des courants de granules s'observent tout le long du filament; enfin elle se renfle en devenant d'abord oblongue, puis sphérique (*A. polyandra*, Hild., et *contorta*), ou bien le renflement prend d'abord la forme sphérique et s'accroît ensuite en volume (*Saprolegnia* en général). Dans tout cela il n'y a cependant rien d'absolument fixe.

Dans le cas où les oogones naissent de ramifications courtes, portées par le tronc principal (*A. leucosperma*), il y a peu de différence avec ce qui vient d'être dit.

Le plasma afflue sans cesse dans la partie renflée, et s'amasse sur les parois en couche épaisse, de sorte que le centre en est moins abondamment pourvu que la périphérie. Cette disposition est facile à constater, car le centre reste plus clair et présente un espace analogue à celui que Unger (1) a désigné sous le nom d'*areola* dans la formation des sporanges du *S. ferax;* il est ici plus large, mais moins distinct, car il s'aperçoit à travers une

(1) *Linnæa*, 1843, p. 136; trad. in *Ann. des sc. nat.*, Bot., 3e série, 1844, t. II, p. 10.

couche beaucoup plus épaisse de plasma. Le futur oogone possède maintenant une teinte brune, assez foncée ; le contenu est composé de granules très-fins, tous égaux, identiques avec ceux qui sont englobés dans les courants muqueux du reste du filament, et ils n'ont pas d'autre provenance : c'est la seule accumulation de ces granules qui colore le renflement.

A cet instant se forme la cloison. Le plasma se sépare en deux portions qui ne sont distinctes qu'un court instant et se rejoignent presque aussitôt : c'est le phénomène qui s'observe lors de la formation de la cloison dans les sporanges, et qu'on a décrit chez les *Vaucheria*. Pendant ce court espace de temps se forme la membrane : la nouvelle cloison est située au-dessous du contour circulaire de la portion terminale, de sorte que la cellule se trouve formée d'une petite partie cylindrique, qui fait suite à la portion sphérique. L'oogone est alors définitivement constitué.

Si l'on a affaire à une plante en bonne voie de culture et en pleine vigueur, on voit la cloison se former un jour après l'apparition du renflement des oogones.

Pendant tout ce temps, le plasma ne reste pas identique avec lui-même et sans changements : après la formation de la cloison (parfois aussi *avant*, ce qui montre l'indépendance des deux phénomènes), on voit apparaître des vacuoles (pl. 1, fig. 4) en assez grand nombre ; suivant les espèces et les dimensions de l'oogone, elles présentent de légères variations. Elles sont claires, à contour circulaire et net : ce sont des places dégarnies des globules cités plus haut. D'abord elles ne sont pas en contact direct avec la paroi de l'oogone, mais situées à quelque distance, au tiers ou au quart du rayon à partir de la surface et près de la portion où le plasma est accumulé en couche très-épaisse. On peut s'en convaincre en faisant varier le point du microscope depuis la surface de l'oogone jusqu'aux parties profondes. On peut remarquer, en outre, qu'on ne les aperçoit pas sur les bords de l'oogone, c'est-à-dire de profil ; elles ne sont donc pas sphériques, mais lenticulaires, sans cela elles devraient être visibles près des parois, quand elles en deviennent voisines,

avec le même contour qu'ailleurs : elles disparaissent subitement vers les bords, comme si leur épaisseur était très-faible. La figure donnée par M. Pringsheim lui-même (1) reproduit ces apparences d'une façon très-exacte.

L'interprétation de ces vacuoles a donné lieu à des opinions peu justes.

M. Pringsheim prétend qu'elles se montrent précisément aux places où la paroi se résorbera plus tard. Or, il ne dit pas qu'il ait compté les vacuoles, puis les perforations dans le développement du même oogone. M. Reinke (2) fait du reste remarquer que s'il en était ainsi, dans le cas représenté par M. Pringsheim (3), les perforations seraient trop rapprochées. Mais la meilleure objection, et qui est irréfragable, c'est que ces vacuoles se montrent aussi chez les espèces dont les parois restent parfaitement entières et non perforées (*A. racemosa*). (Voy. pl. 1, fig. 2.)

M. Al. Braun (4) les appelle vésicules (*Blaeschen*) et les considère comme les nucléus des futures spores. Ce serait d'ailleurs le seul cas où des nucléus se rencontreraient dans les Saprolégniées. Il est impossible de les assimiler à des nucléus, l'apparence et la nature de ces formations ne le permettent pas; elles seraient en nombre trop considérable : ainsi, dans l'une des figures de M. Pringsheim, il y a 17 vacuoles; sur l'autre face, par symétrie, il devrait y en avoir autant, cela ferait 34 spores; dans tous les exemples représentés par l'auteur il y en a un nombre notablement moindre. Il était bon de montrer avec des dessins connus et classiques que cette interprétation est inadmissible.

J'ai voulu m'assurer de ce fait d'une façon plus précise : j'ai, dans une touffe cultivée à part, dessiné un oogone (pl. 1, fig. 4) muni de vacuoles; il était choisi de telle façon qu'on pût le reconnaître aisément au milieu des autres et le retrouver. Il présentait 15 vacuoles visibles sur un seul côté; le lendemain

(1) *Jahrbuech.*, t. I, pl. XIX, fig. 3 et 4. — *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, t. XI, pl. 6, fig. 3. La figure 2 reproduit mal celle du mémoire original.

(2) *Archiv. f. mikr. Anat. von Max. Schultze*, 1869, t. V, p. 186.

(3) *Jahrbuech*, I, p. 291. — *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XI, p. 357.

(4) *Verjuengung*, p. 288.

il s'était formé deux gonosphéries seulement. Il n'y a rien à objecter à cette démonstration. Du reste, dans l'*A. racemosa* Hild., espèce à laquelle cette plante se rapporte, le nombre des oospores n'est jamais très-élevé (1-7), tandis que le nombre des vacuoles est toujours beaucoup plus considérable.

Quel est alors le rôle de ces vacuoles? Elles ne se rencontrent que chez les *Saprolegnia* et les *Achlya*, c'est-à-dire les espèces *polyspores;* elles sont probablement le premier indice de la séparation du contenu de l'oogone en sphérules et en sont le premier effet. En tout cas, on les voit parfois disparaître; ou bien encore elles finissent par atteindre la surface de l'oogone ; on observe alors nettement que ce sont simplement des places dégarnies de granules.

Vers cette époque, le plasma change d'aspect et de constitution dans certaines espèces; les granules fins et tous égaux se réunissent en partie, de façon à former des globules plus gros, tous égaux aussi et également répartis dans la masse des globules plus petits : ils sont brillants, jaunâtres, formés d'une matière oléagineuse et réfringente et situés à la périphérie de l'oogone ; il semble qu'ils n'existent que là. Suivant les espèces, ils sont plus gros ou plus petits; ils manquent parfois totalement. L'aspect de l'ensemble est alors complétement modifié.

De nouveaux changements se passent encore dans l'oogone. La partie claire centrale, ou *areola*, qui était devenue presque indistincte avant l'apparition des vacuoles, se montre de nouveau et avec netteté : elle a pris un contour, non plus déchiqueté comme auparavant, mais ondulé. Cette apparence provient d'une concentration du contenu près des parois ; le centre devient alors de plus en plus clair. La couche, plus épaisse en certains points, du plasma concentré, semble, dans la coupe optique, présenter un contour sinueux, sans que pour cela les amincissements locaux de cette couche s'avancent jusqu'à la paroi. Dès qu'ils l'atteignent, on observe facilement le mécanisme de la séparation des parties. (Pl. 1, fig. 6.)

La paroi se dégarnit de granules, gros et petits, avec lenteur, et le plasma se retire comme l'eau sur une lame enduite d'une

légère couche grasse. Tel est l'aspect du phénomène pris d'ensemble et vu superficiellement.

L'observation attentive montre quelque chose de plus. Les globules ne sont pas libres, mais contenus dans un liquide mucilagineux, très-clair et visible avec des grossissements plus forts : ils se retirent en suivant le mucus incolore qui les entraîne. Les places dégarnies s'étendent de plus en plus et finissent par communiquer entre elles ; on voit alors qu'elles ont laissé des îlots plasmatiques de forme et de situation diverses (pl. 1, fig. 7). Vue de profil, la masse ressemble à un fragment de matière à demi fondue, qui s'étale en devenant liquide : ce sont les futures gonosphéries. Les portions par lesquelles se relient encore les îlots deviennent de plus en plus grêles ; au dernier instant, elles ne sont plus qu'un cordon de plasma incolore, dans lequel se meuvent diversement et un à un des granules très-fins (fig. 7, *c*). Ce cordon se brise enfin ; le mucus clair, qui forme un rebord à peine visible autour des îlots, se replie de proche en proche, et les masses prennent ainsi une forme plus globuleuse. Elles quittent lentement la paroi en s'arrondissant, et finissent par devenir entièrement sphériques. Les gonosphéries sont alors complétement formées.

Depuis le cloisonnement de l'oogone jusqu'à la complète formation des gonosphéries, il s'écoule environ un jour.

L'apparition des vacuoles, qui se montrent même avant la formation de la cloison, prouve que le travail interne du plasma, pour arriver à cette division, commence de très-bonne heure dans l'oogone.

Une fois formées, les gonosphéries quittent les bords de l'oogone et se rassemblent au centre, laissant ainsi libres les parois nettes et pures, notablement épaissies, et sur lesquelles les moindres modifications sont visibles. On aperçoit alors avec évidence les perforations dans les espèces qui les présentent. Si l'on cherche l'instant auquel on peut en observer la première apparition, on trouve qu'elles se montrent bien avant cette époque, sinon entièrement formées, du moins déjà reconnaissables.

Dans certains cas, lorsque le contenu ne présente pas encore

la moindre tendance à se diviser, l'oogone étant nouvellement formé, on peut remarquer, sur le contour, des espaces de couleur différente, suivant lesquels il est interrompu, et présentant l'aspect et le diamètre des perforations véritables. A la surface de l'oogone, la teinte sombre du contenu empêche l'observation : peut-être la perforation ne s'étend-elle pas encore dans toute l'épaisseur ; peut-être encore ce que l'on aperçoit sur le contour n'est-il pas une perforation véritable, mais seulement la différence de réfraction d'une portion destinée à se dissoudre plus tard. Quoi qu'il en soit, l'indication de la place où la membrane se résorbera, a lieu de très-bonne heure. Disons en passant, pour confirmer ce qui a été dit plus haut, que les vacuoles ne semblent pas en rapport avec ces portions qui seront résorbées.

Les phénomènes relatifs à la fécondation vont commencer désormais à se produire.

Chez le *Saprolegnia ferax* (Gruith.), qui n'est pas muni de branches latérales, les phénomènes sont les mêmes.

Chez l'*Achlya prolifera* Nees, qui est dans le même cas, les oogones et les oospores semblables, d'après M. de Bary (1), à ceux de la plante précédente, doivent montrer un développement analogue.

Ainsi, l'absence de branches latérales ne semble pas exercer une grande influence sur les organes femelles dans les deux genres étudiés jusqu'ici.

Espèces monospores.

Les espèces à oogones monospores présentent un développement moins compliqué.

Les oogones sont formés de même par le cloisonnement de portions renflées, où afflue le plasma. Dans la suite, le contenu se dispose en un gros globule formé d'une matière opaque, composée de granules oléagineux ; la substance renfermée dans l'oogone se sépare en deux : un liquide clair et semblable à de l'eau, et un grand nombre de gouttelettes d'huile réunies par un

(1) *Bot. Zeit.*, 1852, p. 473.

mucus presque incolore, dont l'ensemble est opaque. Cette séparation s'effectue le long des parois, de sorte que le plasma plus dense se décolle petit à petit et les quitte en prenant une forme sphérique. C'est ainsi que s'isole la gonosphérie. L'intervalle qui existe entre les deux contours est plus ou moins considérable et la grosseur des globules oléagineux varie d'une espèce à l'autre.

Les *Rhipidium* présentent un cas spécial : les globules oléagineux, au lieu de se disposer suivant une masse à contour circulaire, offrent un contour étoilé ou ondulé ; de plus, le liquide sans granules, provenant de la séparation du plasma, et qui entoure la gonosphérie, n'a pas la même apparence que l'eau ; il est très-réfringent, quoique presque incolore. On voit qu'il y a une différence qui méritait d'être signalée. Chez les Péronosporées, on rencontre aussi un plasma spécial autour de la gonosphérie (1). Dans l'un et l'autre cas, à la maturité de l'oospore, ce plasma aura disparu.

Les oogones polyspores sont normalement terminaux. Il y a cependant des exceptions, mais elles n'offrent rien qui mérite d'être signalé. Les oogones monospores le sont aussi en général. Dans certaines espèces du genre *Pythium* et dans les Péronosporées, ils sont fréquemment intercalaires : dans ce cas, l'oogone terminal est le plus avancé (2), celui qui est situé au-dessous est moins âgé ; le premier a souvent achevé son évolution et contient une oospore mûre, que le second n'est même pas encore isolé par des cloisons.

Les gonosphéries une fois formées, la fécondation va bientôt avoir lieu ; mais elle exige encore quelques conditions préparatoires.

FORMATION DES BRANCHES LATÉRALES.

L'oogone futur a déjà pris une forme sphérique, qu'on commence déjà à voir apparaître les branches latérales. Elles nais-

(1) De Bary, *Développem. des Champ. paras.*, 4ᵉ série, t. XX, pl. 8, fig. 12-16 ; e dans d'autres endroits.

(2) *Cystosiphon pythioides* parasite du *Wolffia arrhiza*, in *Ann. des sc. nat.*, Bot. 5ᵉ série, t. XI, pl. 3, fig. 18 *a*.

sent sous la forme d'un mamelon, qui s'allonge rapidement. Quant à l'endroit où elles se montrent, il est variable suivant les espèces et change aussi dans la même. On n'a qu'à se reporter à ce qui a été dit page 28. Si elles doivent rester courtes, les filaments demeurent roides, de forme et de courbure à peu près régulière ; sinon ils deviennent bientôt flexueux et ondulés. Quand elles doivent atteindre une longueur notable (*Achlya polyandra* Hild., *Dictyuchus monosporus* Leitgeb), elles paraissent avoir une grande avance sur l'oogone et l'entourent avant qu'il soit en état d'être fécondé. Le plasma s'accumule à leur extrémité légèrement dilatée, et cette dernière ne tarde pas à s'isoler par une cloison : l'anthéridie est par là constituée définitivement. Il faut remarquer, d'ailleurs, que cette cellule peut se former longtemps avant la fermeture de l'oogone par une cloison (voy. pl. 1, fig. 1, 2 et 4). Il n'est pas rare de rencontrer des oogones qui ont péri avant d'être entièrement développés, ils montrent ce fait avec une grande netteté.

L'anthéridie demeure stationnaire pendant le temps que l'oogone emploie à se transformer : la membrane alors s'épaissit notablement; le contenu est clair, présente quelques granules et est fort différent du plasma de la gonosphérie.

Chez les espèces polyspores, c'est au moment où les gonosphéries se sont rassemblées au centre de l'oogone, que les anthéridies commencent à préparer l'acte fécondateur. Chez les autres, l'instant est plus difficile à préciser; il a lieu aussi quelque temps après la formation définitive de la gonosphérie.

La préparation consiste dans la naissance de prolongements spéciaux, qui naissent de la cellule anthéridienne, filaments dus à une sorte de germination (1).

Lorsque l'oogone est perforé à l'avance, c'est par les ouvertures toutes formées que passent les prolongements; chaque anthéridie en émet un ou deux, suivant qu'une ou deux perforations se trouvent sous elle. Si, au contraire, les parois sont continues, deux cas se présentent : dans l'un, le prolongement

(1) M. Roze la comparerait volontiers à la *germination* des grains de pollen sur le stigmate.

repousse la paroi de l'oogone et finit par la perforer comme par suite d'une pression considérable (*Rhipidium elongatum*); dans l'autre, et c'est le cas de beaucoup le plus fréquent, la paroi est traversée sans effort et sans action mécanique. Ainsi une portion émanée de l'anthéridie a la propriété de dissoudre un point de la surface de l'oogone. Cette propriété existe du reste chez les filaments de certaines espèces du genre *Pythium*, pour perforer les membranes appartenant, soit à la plante nourricière, soit à la plante elle-même (1). Ces deux faits méritaient d'être rapprochés.

Les prolongements émis dans l'intérieur de l'oogone sont cylindriques; ils sont rectilignes ou flexueux (pl. 1, fig. 12-15), demeurent simples, se bifurquent ou se trifurquent. C'est par eux que l'anthéridie *se vide entièrement* dans l'oogone. Le nombre de ces branches est en rapport avec le nombre des gonosphéries. Chacun des rameaux, après un trajet plus ou moins ondulé, se dirige vers une gonosphérie, et, quand l'observation est possible, on remarque qu'ils s'y implantent perpendiculairement.

Dans les espèces monospores (et c'est le plus grand nombre), le fait est hors de doute : *Pythium*, Péronosporées, —*Achlya* et *Saprolegnia*, quand il n'y a qu'une seule gonosphérie (pl. 1, fig. 8).

Lorsqu'il y a deux gonosphéries et une seule anthéridie, le filament issu de l'anthéridie se bifurque et va manifestement (pl. 1, fig. 3 et 5) retrouver chacune d'elles. Il en est de même, lorsque le nombre des gonosphéries n'est pas trop grand (pl. 1, fig. 10 et 11). Si le nombre des gonosphéries est très-considérable, la difficulté est plus grande, mais on s'en rend compte encore : la pénétration est évidente quand l'une des gonosphéries est un peu isolée des autres; pour le reste, la probabilité est grande.

M. Pringsheim dit (2) que le contenu de l'anthéridie est formé par des anthérozoïdes, qu'elle déverse entre les gonosphéries. Quand il n'y en a qu'une ou deux, le tube devrait s'ouvrir à quel-

(1) Ce dernier cas se présente chez les *P. imperfectum* et *utriforme*, dont les sporanges sont prolifères; le tube de sortie du plasma d'un sporange, né dans l'intérieur d'un autre, se fraye par résorption un passage à travers la paroi de l'organe vidé.

(2) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. I, p. 293.—*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XI, p. 359.

que distance de chacune d'elles: or, il n'en est rien. Si ce contenu était épanché dans l'oogone, on devrait voir, à travers les parois libres et nettes, le mouvement des substances qui y sont répandues. Normalement on ne voit jamais rien de pareil, et cependant la moitié de l'oogone est souvent dégarnie de tout contenu, les gonosphéries étant à cet instant réunies au centre.

La présence d'anthérozoïdes dans des organes ainsi constitués est au moins douteuse à priori. En effet, pourquoi des corps agiles seraient-ils épanchés par un tube de sortie aussi long? Pourquoi jusqu'à deux tubes partant d'une si petite anthéridie? A quoi bon des ramifications? Il semble singulier que les corps agiles aient besoin d'être *conduits* jusqu'au centre de l'amas des gonosphéries, quand, dans les *Œdogonium* dioïques, l'anthérozoïde, venu de si loin, trouve une ouverture unique, pratiquée dans la paroi de l'oogone, et s'y introduit pour féconder la gonosphérie. Il en est de même dans le genre *Sphæroplea*.

Ceci est contraire à tout ce qui se voit ailleurs dans les espèces monoïques ou dioïques, appartenant à d'autres plantes (Ex. : (*Vaucheria*, *Fucus*, etc.).

Si l'on admet, au contraire, dans les cas les plus compliqués, ce qui s'observe dans les cas les plus simples (quand on a de une à trois gonosphéries), c'est-à-dire qu'il y a implantation directe des ramifications dans les gonosphéries, tout s'explique et devient rationnel. On conçoit alors pourquoi les gonosphéries se rassemblent au centre de l'oogone (pl. 1, fig. 9); c'est pour se trouver au point de concours de tous ces processus ramifiés, de telle sorte que chacune d'elles soit en communication directe avec une anthéridie au moins (pl. 1, fig. 12, 13, 14 et 15); le nombre des rameaux étant supérieur à celui des gonosphéries. En résumé, M. Pringsheim a observé surtout le cas le plus compliqué, il n'est pas étonnant qu'il n'ait pas vu la terminaison des processus; il est bien certain qu'ils ne s'ouvrent pas au milieu de la masse des gonosphéries, car cette assertion est mise en défaut dans les cas particuliers les plus simples, quand il n'y en a qu'une ou deux.

Ainsi l'existence des anthérozoïdes est donc douteuse à priori;

nous verrons que l'examen approfondi des changements qui surviennent dans le contenu de l'anthéridie ne permet pas non plus de s'arrêter à cette supposition. Ajoutons en outre que les gonosphéries ne présentent pas de partie claire antérieure comme on en rencontre chez celles des *Œdogonium* et des *Vaucheria*, et qu'on appelle *tache germinative* (*Keimfleck*).

Malgré les divergences d'opinion sur ce sujet, le fait admis par tous, c'est que l'anthéridie se vide entièrement de son contenu dans l'oogone, au moyen des processus qu'elle y a émis à cet effet. Cet épanchement, qu'il s'effectue d'une manière ou d'une autre, a pour effet de déterminer autour des gonosphéries la production d'une membrane. Elles quittent le centre de l'oogone. La membrane, mince d'abord, s'épaissit diversement, suivant les genres. Ce sont alors de véritables *oospores*. Depuis la formation des gonosphéries jusqu'à l'évacuation complète des anthéridies et la formation des oospores, il s'écoule environ un jour.

Il va être question maintenant de la fécondation : elle sera étudiée d'une façon plus complète, et les théories émises successivement seront discutées. — Il ne sera d'abord question que des espèces munies de branches latérales; celles qui ne sont pas dans ce cas sont, comme il a été déjà dit, les suivantes :

Saprolegnia ferax (Gruith.), *Achlya prolifera* Nees, et les espèces du genre *Monoblepharis*.

Leur étude est réservée pour plus tard.

FÉCONDATION CHEZ LES ESPÈCES MUNIES DE BRANCHES LATÉRALES.

Nécessité de la fécondation.

Dans son deuxième mémoire sur les Saprolégniées, M. Pringsheim se croit obligé de démontrer que la deuxième sorte de spores qui se rencontrent dans les Saprolégniées est due à une fécondation. La sexualité des Algues, niée pendant longtemps, est maintenant acceptée par tous les botanistes; les belles découvertes de MM. Decaisne, Thuret, Pringsheim, etc., l'ont démontrée sans réplique. Quant à la nécessité de la fécondation, la

preuve qu'en donne M. Pringsheim dans son mémoire est trop accidentelle et n'a pas assez de portée. Chez une espèce à laquelle il n'assigne pas de nom, et qui semble, par tous ses caractères, se rapporter au *Dictyuchus monosporus* Leitgeb, le développement des gonosphéries n'eut pas lieu à cause de l'état imparfait des plantes spéciales qu'il faut considérer comme constituant l'organe mâle. Il en conclut que la fécondation des gonosphéries a réellement lieu et qu'elle est nécessaire.

Il vaut mieux choisir des arguments plus généraux et fondés sur un cas normal. Pour prouver la fécondation, il suffira de remarquer que les branches latérales, dans une même espèce, existent constamment et qu'elles y ont une forme particulière qui sert souvent à la caractériser; cette constance dans des plantes aussi polymorphes dénote un organe important. On les voit se fixer exclusivement sur les oogones ou conceptacles futurs des spores; on voit parfois naître des gonosphéries en dehors de leur influence, mais elles ne peuvent se développer, c'est-à-dire s'entourer d'une membrane, que lorsque les anthéridies se sont entièrement vidées. Dans une même espèce, jamais les branches latérales ne font défaut, et jamais elles ne manquent de s'appliquer sur l'oogone et de déverser leur contenu dans son intérieur : mais si par une cause accidentelle les anthéridies ne peuvent épancher le plasma qu'elles contiennent, la formation des spores n'a pas lieu. Ce cas tératologique se rencontre fréquemment; il est surtout net dans les espèces chez lesquelles la disposition des branches latérales est simple. Ex. : *A. racemosa* Hild.

Dans les espèces dépourvues de branches latérales, nous avons vu que chez les unes, comme chez les autres, il existe des oogones présentant des perforations naturelles. Dans certaines espèces, j'ai rencontré les anthérozoïdes et observé l'acte fécondateur (genre *Monoblepharis*); dans les autres espèces, nous verrons que cette fécondation est extrêmement probable. La fécondation, qui a lieu évidemment dans le cas des branches latérales, est donc encore mieux prouvée, quand elles font défaut, par la pénétration directe des anthérozoïdes dans la gonosphérie.

Il n'était peut-être pas besoin d'insister, comme M. Pringsheim l'a fait, sur la nécessité de la fécondation, car elle est reconnue aujourd'hui par tout le monde sans démonstration; cependant on voit que désormais un progrès très-important dans cet ordre d'idées a été accompli : je veux parler de la preuve directe de la fécondation par anthérozoïdes. C'était à ce cas-là seulement qu'on appliquait autrefois le mot de fécondation.

Maintenant que la nécessité de la fécondation est suffisamment établie, voyons comment elle s'accomplit dans le cas où les branches latérales constituent l'organe mâle.

Historique.

M. Al. Braun est le premier qui ait observé et décrit des branches latérales sur un *Saprolegnia* que je rapporte au *S. spiralis*. Il les compare aux cornicules des *Vaucheria;* voici ce qu'il dit à ce sujet (1):

« D'après les recherches de Pringsheim, que de Bary a vérifiées, les conceptacles qui contiennent ces spores immobiles sont généralement portés par de courts rameaux latéraux, et ils présentent de véritables ouvertures : c'est une circonstance qui rend très-vraisemblable que ces spores soient fécondées d'une manière analogue à celle des *Vaucheria*. Les organes probablement destinés à cet usage sont des rameaux grêles, recourbés ou sinueux, semblables aux cornicules anthéridiennes des *Vaucheria*, dont la place ordinaire se trouve dans le voisinage des sporanges, comme je l'ai déjà décrit (2). Il est difficile de douter que ces cornicules n'aient la même destination que celles des *Vaucheria,* qui contiennent des spermatozoïdes dans leur intérieur. J'ai vu une seule fois, dans un renflement terminal, au lieu de zoospores normales, de petites cellules agiles se former; leur diamètre était de $\frac{1}{300}$ de millimètre de longueur, à peine le tiers de la longueur des zoospores normales; elles avaient

(1) *Ueber Chytridium,* p. 63.
(2) *Verjuengung,* p. 318.

un mouvement rapide. C'étaient peut-être des spermatozoïdes développés à une place anormale (1). »

Un peu plus loin (2) il parle de certaines spores « qui pourraient n'être autre chose que les spermatozoïdes (non encore connus) contenus dans les cornicules ».

Si je cite ces passages, c'est pour montrer que le mot *spermatozoïde* y revient plusieurs fois. Le mémoire de M. Pringsheim sur les Saprolégniées (3) se trouve en germe dans le mémoire cité de M. Al. Braun ; il y développe en ces termes l'analogie signalée avec les *Vaucheria :*

« La structure et la disposition latérale des organes sexuels des Saprolégniées rappellent, sous plusieurs rapports, les formes analogues des *Vaucheria*, dont les Saprolégniées, comme on peut le voir, se rapprochent par la production terminale des sporanges et par la structure unicellulaire des filaments (4). »

Il n'a pas bien vu les anthérozoïdes; il affirme cependant leur existence. On va voir qu'il y conclut plutôt qu'il ne les a réellement observés (5) :

« Les anthéridies déversent leur contenu entre les gonosphéries. Comme les appendices s'avancent presque sans exception jusqu'au centre du contenu de l'oogone, où leurs extrémités sont plus ou moins masquées, l'observation présente ici de grandes difficultés, et malgré l'attention la plus soutenue, je n'ai pas réussi à observer les anthérozoïdes, au moment où ils sortent des anthéridies, *aussi ne suis-je pas complétement édifié sur leur structure.* Néanmoins leur existence est tout à fait certaine.

» Ainsi que cela a lieu dans les *Vaucheria*, les anthérozoïdes des Saprolégniées sont entourés d'une gelée dont ils

(1) Il s'agit peut-être d'un parasite, le *Rozella septigena* (voy. à la fin de ce mémoire les parasites des Saprolégniées).

(2) *Loc. cit.*, p. 65.

(3) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. I, p. 284 ; trad. *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, t. XI, p. 349.

(4) *Loc. cit.*, p. 290. — *Ann. des sc. nat.*, p. 355. — On a signalé plus haut les cloisons des filaments germes émis par les zoospores, ce qui ne permet pas une assimilation très-complète. Nous discuterons plus loin l'analogie des Saprolégniées avec les différents genres de la classe des Algues. Elle est multiple.

(5) *Loc. cit.*, p. 293 ; trad. *Ann. des sc. nat.*, p. 359.

doivent se séparer après leur sortie de l'anthéridie. Bien que la masse gélatineuse qui les enveloppe les empêche de se mouvoir librement à l'intérieur des anthéridies, cependant le mouvement vibratile particulier qui se produit à l'intérieur des anthéridies mûres *amène forcément à conclure* qu'il existe réellement ici des anthérozoïdes mobiles. En outre il n'est pas rare, dans le cas où, par une cause quelconque, la totalité du contenu de l'anthéridie n'a pas pu sortir, d'observer dans le fond de l'anthéridie vidée, de petits corpuscules qui y tourbillonnent sur place d'un mouvement faible, il est vrai, mais bien reconnaissable. Ces corpuscules sont opaques et très-brillants, comme les anthérozoïdes du *Vaucheria sessilis;* mais lorsqu'ils sont arrivés à la période de repos, ils forment de petites vésicules claires et transparentes, ce qui les rapproche des anthérozoïdes des *Vaucheria.* Une autre raison qui prouve encore que, malgré leur petitesse (car ils n'atteignent pas $\frac{1}{500}$ de millimètre), ces corpuscules sont bien les anthérozoïdes des *Saprolegnia,* c'est que, même en faisant abstraction des conditions où ils se montrent, on en trouve pareillement dans les anthéridies mûres du *Pythium monospermum*, où leur mouvement est plus vif. »

Il ajoute encore une phrase dénotant qu'il sent le besoin de démontrer à priori l'existence des anthérozoïdes.

« Mais ce qui en démontre mieux la nature, ce sont les phénomènes qui se passent dans les gonosphéries après que les anthéridies se sont ouvertes. »

Ce dernier argument prouve seulement qu'il y a fécondation. Mais à cette époque l'idée de fécondation était intimement liée à celle d'anthérozoïdes agiles; témoin l'erreur que commit M. Nægeli à propos des corpuscules mâles des Floridées. Ils sont inertes, et cependant l'illustre observateur crut qu'ils étaient munis de cils et agiles. D'autre part, M. Pringsheim n'a-t-il pas cru pouvoir affirmer que la fécondation chez les Phanérogames devait avoir lieu vraisemblablement par le moyen d'anthérozoïdes (1)?

(1) *Monatsbericht der Kœnigl. Akad. der Wissensch. z. Berlin* Mai, 1856. Trad. *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, 1856, t. V, p. 258.

« Si cette analogie (avec ce qui a lieu chez les *Œdogonium*) ne me trompe pas, il est vraisemblable, non-seulement que le pollen doit contenir des spermatozoïdes, mais encore que les vésicules embryonnaires présentent des ouvertures, et que, si ces choses ont échappé jusqu'ici aux recherches laborieuses de nos habiles embryologistes, la cause en est sans doute dans la difficulté inhérente au sujet et les circonstances qui en accompagnent l'étude. »

C'est en partant de la ressemblance avec les *Vaucheria*, et en admettant à priori l'existence d'anthérozoïdes analogues, que M. Pringsheim se trouvera entraîné à des erreurs plus considérables encore, comme de prendre pour des anthérozoïdes certaines formations parasites.

Dans son livre (1), M. de Bary admet, sur la foi de M. Pringsheim, la présence des anthérozoïdes :

« Le contenu des anthéridies, pendant qu'il s'écoule, laisse voir des corpuscules très-agiles, dont le diamètre égale à peine $\frac{2}{500}$ de millimètre, et qui, eu égard à leur ressemblance avec ceux que l'on qualifie du nom de spermatozoïdes chez les *Vaucheria*, doivent être tenus pour des corpuscules fécondateurs. »

M. Hildebrand (2), en étudiant son *Achlya lignicola* (3), est amené à écrire ce passage :

« J'ai d'abord cru que cet *Achlya* confirmerait l'exposition faite par M. Pringsheim de la fécondation du *Saprolegnia monoica;* il m'avait semblé voir des anthérozoïdes agiles analogues à ceux des *Vaucheria;* mais plus tard j'ai dû reconnaître que le mouvement des corpuscules globuleux contenus dans les anthéridies et leurs appendices tubuleux était purement moléculaire. Je ne vois d'ailleurs ici aucune nécessité de supposer l'existence d'anthérozoïdes comparables à ceux des autres Cryptogames; le contenu des anthéridies peut bien, par son union avec l'embryocyste, en déterminer la fécondation. »

(1) *Morph. und Phys. der Pilze*, 1866, p. 155. — Trad. *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. V, p. 333.

(2) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. VI, p. 249. — Trad. *Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1867, t. VIII, p. 322.

(3) Cet *Achlya* n'est qu'une variété appauvrie de l'*A. racemosa* Ejusd.

Les observations de M. Hildebrand sont contredites et discutées par M. Reinke (1), dans un mémoire spécial sur la fécondation dans le *Saprolegnia monoica*. Il prétend avoir observé et représente des anthérozoïdes; ils seraient ovales et munis d'un long cil. Il a vu les tubes émis par les anthéridies s'avancer jusqu'au centre de l'oogone et se cacher entre les gonosphéries.

« Sur ces entrefaites, dit-il, apparaissent dans l'anthéridie une quantité de corpuscules qui se distinguent des granules protoplasmatiques, par une taille plus forte et un pouvoir réfringent plus considérable. Tout d'abord quelques granules passent de l'anthéridie dans le filament de sortie (*Entleerungsschlauch*), avec le mouvement protoplasmatique ordinaire; ensuite suivent quelques-uns de ces corpuscules plus gros, très-réfringents, formés dans l'anthéridie. Un mouvement de rotation particulier, lent d'abord, il est vrai, montre leur différence avec les corpuscules du protoplasma. Ce sont les spermatozoïdes. »

Il dit ensuite avoir constaté, à l'extrémité d'un de ces filaments, une ouverture évidente, et il la représente figure 6; elle est circulaire et d'un diamètre inférieur à celui du filament.

« Alors je pus voir comment quelques-uns des spermatozoïdes sortaient par cette ouverture du tube dans le liquide ambiant de la cellule. Aussitôt échappés du filament rempli de protoplasma visqueux, ils montraient le mouvement rapide si spécial et si reconnaissable des spermatozoïdes; au moment de leur sortie, comme quelquefois pendant le mouvement, le cil était visible avec évidence. Leur mouvement dura de cinq à dix minutes; alors ils pénétrèrent lentement dans l'intérieur des gonosphéries. J'observai que plusieurs spermatozoïdes entrèrent successivement les uns après les autres dans une gonosphérie; il pouvait y avoir une demi-heure ou trois quarts d'heure entre la sortie des premiers et celle des derniers. Après ce temps, les spermatozoïdes, qui s'agitaient, ne pouvaient plus pénétrer dans la gonosphérie, car une membrane mince les en empêchait... »

(1) *Archiv fuer Mikrosk. Anat. von Max. Schultze*, 1869, t. V. — *Ueber die Geschlechtsverhaeltnisse von* Saprolegnia monoica, p. 183, pl. XII.

Il représente ces spermatozoïdes avec un grossissement de 1400 fois ; dans l'anthéridie, il les montre comme environnés d'un cercle inachevé, sorte d'auréole incomplète (?).

Il attaque ensuite M. Hildebrand, qui n'a vu qu'un mouvement moléculaire ; il aurait dû se servir d'un grossissement plus fort ou faire agir l'iode.

Il ajoute ensuite la phrase suivante : « *J'ai trouvé les spermatozoïdes dans tous les oogones que j'ai examinés ; j'ai, dans presque tous les cas, observé leur introduction* (1). »

Je dois avouer que dans aucun cas, je n'ai vu rien de semblable. Au début de cette étude, j'admettais, sur la foi de M. Pringsheim, la présence des anthérozoïdes, et j'ai bien des fois cherché, mais inutilement, à revoir après lui les corps opaques et très-brillants dont il parle.

Mes observations ont porté sur un certain nombre d'espèces, particulièrement les *Saprolegnia monoica* Pringsh. et *spiralis*, *Achlya leucosperma* et *contorta; Pythium Cystosiphon* et *gracile* Schenk. Dans tous les cas, le résultat a été le même. Le plasma est assez clair et peu granuleux ; il contient quelques globules oléagineux. Ils *ne se résout jamais en anthérozoïdes*, et s'épanche entièrement dans l'intérieur de l'oogone. Nous avons vu plus haut que les prolongements émis par l'anthéridie implantent l'extrémité de leurs nombreuses ramifications dans les gonosphéries : la gonosphérie est tellement opaque, qu'il est impossible d'apercevoir l'extrémité du rameau, mais il est hors de doute que cette extrémité doit se rompre pour livrer passage au plasma. La preuve qu'on peut en donner, c'est que les globules oléagineux qui sont répandus dans l'anthéridie finissent par être entièrement évacués. L'endosmose seule ne peut expliquer cette disparition.

M. Reinke affirme avoir fréquemment vu les anthérozoïdes et leur pénétration dans les gonosphéries. Je dois avouer que je n'ai jamais été, malgré de nombreuses observations sur des espèces variées, très-bien portantes, dont la culture était très-floris-

(1) *Loc. cit.*, p. 190. « Ich habe die Spermatozoiden in allen von mir untersuchten » Oogonien gefunden, habe auch in fast allen ihr Einschluepfen gesehen. »

sante et entièrement dénuée d'infusoires, assez heureux pour observer ce qui semble s'être présenté si souvent à lui. Quant à lui, est-il bien sûr de s'être mis en garde contre toutes les causes d'erreur si fréquentes dans ces sortes d'observations? n'a-t-il pas observé des êtres n'ayant aucun rapport avec la plante, qui ont cependant l'aspect et le mouvement de corps agiles ou d'anthérozoïdes? Il ne le dit pas. Les infusoires, cependant, peuvent faire commettre de singulières méprises.

J'ai, du reste, plusieurs raisons pour mettre en doute quelques-uns de ses résultats; il considère comme des formations anormales ces places dégarnies de plasma rencontrées par MM. Braun (1) et Pringsheim; et il prétend qu'elles ne se montrent que sur les oogones qui sont altérés. On peut voir (pl. 1, fig. 4 et fig. 5) que l'oogone qui les présentait un jour, donna le lendemain naissance à deux gonosphéries (2); il était donc en bonne santé et se développa bien.

Il prétend, en outre (3), que la membrane de l'oospore du *S. monoica* est *simple* et munie de *perforations radiales*, donnant un contour en dent de scie sur les lignes de rupture : M. Pringsheim n'a rien signalé de pareil, M. Leitgeb non plus; j'ai pu moi-même voir cette espèce, qui n'offre rien de semblable. Peut-être a-t-il pris les nombreux granules qu'elle contient à la couche périphérique, pour des perforations de la membrane : cette erreur serait si grossière, que j'ose à peine la formuler. En tout cas, la paroi des oospores ne m'a jamais montré la rupture singulière qu'il représente.

Il décrit ensuite une germination des oospores qui s'accompagnerait de particularités assez extraordinaires. D'après lui, l'oogone (*qui est une cellule morte, puisqu'elle est munie de perforations nombreuses et que le contenu s'est résolu entièrement en gonosphéries*) émettrait un prolongement, et dans ce prolongement la membrane de l'oospore se romprait en plusieurs parties;

(1) *Loc. cit.*, p. 188.

(2) Voyez un peu plus loin la discussion complète des opinions émises sur ces formations.

(3) Page 191, pl. XII, fig. 8.

le contenu se résoudrait en plusieurs sphérules de protoplasma qui, « *sans doute* », reproduiraient des filaments.

Tout cela est au moins singulier et repose sur des observations anormales, inexactes ou légèrement faites. Je ne les discuterai pas davantage.

Fécondation.

J'ai voulu me rendre compte de cette évacuation, sur laquelle M. Pringsheim donne peu de détails. Il fallait choisir une plante dans de bonnes conditions, et la chose est assez difficile. Je pris le *Pythium gracile* Schenk développé dans l'intérieur d'un filament de *Vaucheria*. On a vu que M. Pringsheim avait rencontré un mouvement remarquablement vif dans les anthéridies d'une espèce voisine, le *P. monospermum* Pringsh.; la plante n'était en rien altérée, puisque tout était identique dans la nature et sur le porte-objet; les filaments du *Pythium*, protégés par le *Vaucheria*, n'avaient été ni meurtris, ni froissés, et étaient garantis de la pression de la lamelle à couvrir : il y avait donc des conditions particulièrement favorables.

Dans l'un des cas, il y avait un oogone muni de deux anthéridies : l'une était en train d'épancher son plasma ; c'est elle que j'observai de cinq en cinq minutes. Le premier état fut dessiné à cinq heures trente-cinq minutes. Le plasma était en grande partie accumulé d'un seul côté; la portion correspondant à la courbure externe de l'anthéridie était déjà vidée (1).

A cinq heures quarante, après cinq minutes, le plasma a changé de place; il a émis une traînée qui est allée rejoindre le côté opposé, et d'autres traînées se sont anastomosées.

A cinq heures quarante-cinq, les traînées anastomosées ont disparu ; une autre se forme vers la cloison de l'anthéridie.

A cinq heures quarante-neuf, le plasma se contracte et tend manifestement à se condenser vers l'oogone.

(1) Les organes sexuels du *P. gracile* Schenk (*P. reptans* de Bary) n'ont pas encore été signalés ; ils sont identiques avec ceux du *P. Cystosiphon* ou du *P. monospermum* Pringsh., moins les perforations de l'oogone. La planche qui les représente est déjà gravée : les mouvements du plasma décrits ici y sont figurés. Elle paraîtra dans la deuxième partie de cette monographie.

A cinq heures cinquante, cette tendance s'accuse de plus en plus.

A six heures, l'épanchement est manifeste; la quantité de plasma diminue encore.

A six heures deux, un mouvement brownien se produit subitement dans une portion du plasma; les granules, jusque-là, étaient entièrement immobiles. On distingue parmi eux de petits corpuscules brillants, de formes diverses, sphériques ou allongés, et de nature oléagineuse; l'un d'eux a la forme d'un bâtonnet. Sont-ce les corpuscules brillants dont parle M. Pringsheim? Ils s'agitent assez irrégulièrement, tantôt s'engageant dans la masse du contenu, tantôt s'en éloignant: le mouvement est purement moléculaire.

A six heures sept, le bâtonnet s'est à peu près isolé de la masse.

A six heures vingt, le bâtonnet a changé un peu de place et s'est dirigé vers l'orifice: la forme que prend le plasma montre qu'il continue à s'épancher.

A six heures vingt-sept, le bâtonnet est de nouveau engagé dans la masse.

A six heures trente et une, un globule oléagineux, visible depuis quelques minutes, demeure immobile, sans participer au mouvement d'entraînement.

A six heures quarante-sept, le plasma se décompose subitement en un nombre considérable de très-petits globules agités d'un mouvement brownien.

A six heures cinquante-sept, il s'est réuni en une masse qui se relie à la gonosphérie. Le globule oléagineux est demeuré dans l'anthéridie; on en trouve ainsi fréquemment quand elles se sont vidées.

A sept heures vingt-cinq, rien de nouveau ne s'est passé dans l'anthéridie, qui présente le même aspect que précédemment.

Entre cinq heures et demie et sept heures et demie, l'autre anthéridie a présenté des changements notables; des vacuoles qui n'existaient pas au début de l'observation se sont formées à la partie antérieure et à la partie postérieure, premier indice de l'épanchement du plasma, et augmentent successivement de

volume; cependant, à sept heures vingt-cinq, l'épanchement est bien moins avancé qu'il ne l'était dans l'autre anthéridie deux heures auparavant. On peut juger, d'après cela, que l'évacuation avait dû commencer au moins deux heures avant l'époque de l'observation, et que l'évacuation complète aurait dû se terminer au plus tôt deux heures après.

Les granules oléagineux, qui ont diverses formes, ne peuvent être pris pour des anthérozoïdes; j'ai observé ceux des *Vaucheria*, qui sont extrêmement différents et beaucoup plus gros. Les bâtonnets ne se voient pas dans toutes les observations; je ne les ai même rencontrés que dans le cas cité plus haut, qui est le plus favorable à la théorie de M. Pringsheim; même dans ce cas, il est impossible d'admettre que ces petits corps, qui n'ont que $\frac{1}{500}$ de millimètre et sont si rares (il n'y avait que deux bâtonnets), puissent être des anthérozoïdes.

Ces observations ont été faites avec un excellent éclairage, à l'aide de la lentille à immersion n° 10 de M. Hartnack, et sur aucune des deux anthéridies je n'ai pu voir à aucun instant de véritables anthérozoïdes : il faut se garder d'ailleurs de confondre les mouvements browniens avec des mouvements ciliaires.

Le mécanisme de l'évacuation semble le suivant : le plasma quitte la partie centrale et n'occupe plus que les parois; les parois elles-mêmes se dégarnissent peu à peu, et des cordons muqueux entraînent lentement les granules; l'ensemble se replie vers l'orifice, et c'est ainsi que s'accomplit le mélange des éléments de la gonosphérie et de l'anthéridie.

Pendant ce temps la gonosphérie du *P. gracile* augmenta notablement de volume ; les granules oléagineux qui la remplissaient montrèrent un diamètre plus considérable. Au commencement comme à la fin, aucune membrane ne se montra : le phénomène de la fécondation n'était probablement pas encore terminé.

Pour que l'autre anthéridie se vidât, il fallait au moins encore deux autres heures, ce qui porte environ à six la durée de l'évacuation totale. D'après ce qui a été dit plus haut, il faut environ

un jour pour que toutes les gonosphéries d'une culture en bon état se transforment en spores pourvues d'une membrane.

Ce n'est pas la seule fois que j'aie suivi l'épanchement du plasma, mais l'observation relatée est la plus complète et la plus probante. Des observations analogues ont été faites sur le *P. Cystosiphon*. Ajoutons en outre que les *Pythium* possèdent des anthéridies dont le plasma semble plus granuleux que celui des autres.

Les espèces dont les gonosphéries sont nombreuses présentent des particularités intéressantes. On peut en suivre le plasma, non pas seulement dans l'anthéridie (pl. 1, fig. 10, *a*), mais encore en dehors d'elle (pl. 1, fig. 9). Le prolongement n'y est pas court comme dans l'espèce précédente; il s'allonge (pl. 1, fig. 14) et se ramifie dans l'intérieur de l'oogone. On y constate les mêmes traînées plasmatiques que dans l'anthéridie; elles changent lentement de place, mais jamais non plus on n'y voit d'anthérozoïdes; le contenu est plus clair en général et moins riche en granules que dans le cas précédemment cité.

Il reste souvent, attachées aux parois, de petites masses claires et transparentes presque sans granules; ce reste du contenu finit aussi par disparaître entièrement : c'est cela qui peut avoir été décrit par M. Pringsheim comme constituant de petites vésicules claires et transparentes; il me semble impossible d'y voir autre chose que des masses plasmatiques sans importance.

Après la fécondation accomplie et la formation complète des oospores, les processus des anthéridies deviennent, le plus souvent, indistincts et disparaissent.

Dans la plupart des genres des Saprolégniées, il y a évacuation complète des anthéridies. Cependant les Péronosporées semblent faire exception à cette règle : d'après les observations de M. de Bary, que j'ai pu vérifier, les anthéridies, dans ce groupe, sont en partie remplies de plasma, même lorsque l'oogone qui les supporte renferme des oospores mûres depuis longtemps.

« Il est remarquable (1) que, chez ces Champignons, le tube

(1) A. de Bary, *Recherches sur le développement de quelques Champignons parasites* (*Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, t. XX, p. 17, 18).

poussé par l'anthéridie opère la fécondation par le seul contact. Jamais son extrémité ne s'ouvre, jamais on ne trouve des anthérozoïdes; tout au contraire, l'anthéridie conserve, jusqu'à la maturation de l'oospore, l'aspect qu'elle présentait au moment de la fécondation. »

Peut-on considérer les Péronosporées comme étant dans les mêmes conditions que les autres Saprolégniées? Évidemment non. Leur situation au milieu d'un tissu appartenant à une autre plante peut produire des modifications particulières dans l'appareil reproducteur. Peut-être une partie seulement du contenu de l'anthéridie est-elle épanchée en quantité suffisante par la fécondation; la membrane se formant quand cette fécondation est achevée, fermerait le canal, qui reste engagé dans la paroi de l'oospore. En tout cas, il n'en reste pas moins établi qu'ici aussi il n'y a d'anthérozoïdes à aucun instant. Mais si chez les Péronosporées la fécondation s'opère sans rupture de l'appendice anthéridien, il n'en est certainement pas de même dans les autres Saprolégniées (1).

En résumé, la fécondation chez les espèces munies de branches latérales résulte du mélange de la substance de la gonosphérie avec le contenu de l'anthéridie, qui n'est nullement transformé en corpuscules agiles, mais qui s'épanche avec des mouvements communs à tout plasma vivant.

Au reste, à quoi servirait l'appareil ciliaire du plasma décomposé en petites masses agiles, puisque des canaux conduisent la substance fécondante jusque dans l'intérieur de l'oogone, au centre de l'amas des gonosphéries, comme le croyait M. Pringsheim, et plus exactement dans chaque gonosphérie? Cette objection est d'une grande valeur: elle ne permet pas de s'arrêter à l'opinion de l'illustre professeur.

(1) Dans ces plantes entophytes, où les organes peuvent être soumis à des pressions et à des contractions dues à la plante nourricière, entre les cellules de laquelle elles rampent, il y aurait ainsi excès d'élément mâle, comme pour obvier à l'arrêt possible de l'épanchement fécondateur. Chez les Phanérogames de même, la quantité des grains de pollen produits par les anthères est de beaucoup supérieure à celle qui est strictement nécessaire; cette abondance est destinée à contre-balancer les influences qui entravent la chute du pollen sur le stigmate.

La durée de l'évacuation de l'anthéridie fournit aussi une démonstration frappante. Voit-on des corps agiles dans les autres groupes de plantes demander un temps aussi long pour quitter leur cellule mère? Que ce soit des zoospores ou des anthérozoïdes, dans les *Vaucheria*, les Œdogoniées, les Fucacées, on n'a pas d'exemple d'un temps d'évacuation aussi long.

Ce qui est réel, c'est qu'on a affaire à une véritable conjugation tout à fait comparable à celle qui se présente dans les Conjuguées. Seulement ici les deux cellules qui se soudent ensemble sont très-différentes de forme et de contenu : chez les Conjuguées, au contraire, une différence de forme se montre seule, et elle est assez faible, même dans les cas où elle est sensible (*Spirogyra Grevilleana* et *insignis*).

Chez les Saprolégniées, il y a un cas où les deux cellules copulatrices sont presque identiques, c'est celui qui est présenté par les *Myzocytium*. Ces petites plantes sont constituées uniquement par des organes de reproduction : le *M. globosum* (1), en particulier, présente des oogones à peu près de même forme que les anthéridies, et les deux organes sont situés bout à bout : la conjugation a lieu par la perforation de la cloison commune ; il en résulte une oospore unique. Ce fait rappelle tout à fait ce qui a lieu chez les *Rhynchonema*, dans les Zygnémacées; et l'analogie entre ces plantes et les Saprolégniées reçoit donc une preuve nouvelle.

Ce qui peut-être arrêta M. Pringsheim, et l'empêcha de s'arrêter à l'idée d'une conjugation, c'est l'opinion qu'il avait à cette époque, que ce mode de reproduction n'a pas lieu par suite d'une fécondation. M. Pringsheim a, depuis, abandonné cette manière de voir et adopté l'opinion contraire (soutenue depuis longtemps par M. de Bary), depuis ses études sur le *Pandorina* et la découverte de la conjugation des zoospores.

On consultera avec fruit diverses notes (2) qui montrent le chemin parcouru par ces savants sur un terrain aussi difficile.

(1) Voyez plus haut, page 21.

(2) *Bot. Zeit.*, 1869, p. 90 et 265. Trad. *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XII, p. 191 et suiv.

THÉORIE DE M. PRINGSHEIM SUR LA SEXUALITÉ DES SAPROLÉGNIÉES.

Dans le cas où les oogones sont dépourvus de branches latérales, il faut chercher ailleurs l'organe mâle. M. Pringsheim émit, dans un deuxième mémoire (1) sur les Saprolégniées, une théorie complète de la sexualité, théorie qui fait pendant à celle qu'il avait donnée des Œdogoniées. Malheureusement, l'analogie véritable qui existe entre ces deux groupes n'a pas été aperçue par le savant professeur; d'autre part, nous avons vu qu'il avait assimilé à tort les extrémités renflées des branches latérales aux anthéridies des *Vaucheria* : il résulta de là une série d'erreurs que le peu d'abondance et l'état imparfait des matériaux qu'il eut à sa disposition exagéra encore.

Parmi les espèces dénuées de branches latérales, il y aurait, selon M. Pringsheim, deux cas à distinguer :

L'un qui correspondrait à la diœcie. Les espèces dioïques donneraient des anthérozoïdes, produits par certaines cellules formées dans les filaments, et qu'il appelle *anthéridies ;* elles seraient analogues à celles qui terminent les branches latérales.

L'autre qui correspondrait au cas intermédiaire à la monœcie et à la diœcie, qu'il a distingué chez les Œdogoniées : les espèces *gynandrosporiques* émettraient certaines zoospores mâles provenant de sporanges spéciaux, qui produiraient des individus mâles remplaçant les branches latérales.

Nous examinerons cette théorie, et nous verrons que les faits cités par M. Pringsheim se rapportent, dans le premier cas, à des Chytridinées ; dans le second cas, à une espèce décrite plus tard par M. Leitgeb sous le nom de *Dictyuchus monosporus*, et qu'ils n'ont ainsi aucun rapport avec la fécondation des Saprolégniées.

Gynandrosporie et Dictyosporanges.

Analysons d'abord la partie du mémoire de M. Pringsheim relative aux espèces gynandrosporiques.

(1) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, 1861, t. II, p. 214.

Selon lui, certaines espèces de *Saprolegnia* et d'*Achlya*, outre les sporanges ordinaires et *simultanément*, en portent encore une deuxième sorte : ce sont ceux dont nous avons parlé plus haut, et pour lesquels le nom de *dictyosporange* a été proposé. Il s'y développe un certain nombre de spores plus petites que les zoospores ordinaires, qui se forment chacune dans une cellule particulière, et qui s'échappent en perforant la paroi. Elles sortent lentement, et laissent dans le sporange l'enveloppe vide qui les contenait ; l'ensemble de ces enveloppes forme un réseau cellulaire élégant ; chaque cellule donne naissance à une ou plusieurs spores. Suivant l'espèce à laquelle appartient le sporange, ce sont des zoospores de *Saprolegnia* ou d'*Achlya*.

M. Pringsheim donne ensuite le développement ultérieur de ces spores dans deux espèces : un *Saprolegnia* et un *Achlya*. Les oogones ne sont perforés ni chez l'une ni chez l'autre ; ceci est pour M. Pringsheim un fait capital, car les quatre espèces dont il a vu jusqu'alors les oogones ont toutes les parois munies de perforations.

Chez le *Saprolegnia*, ces androspores spéciaux se fixent sur l'oogone, s'y développent en petites plantes mâles courtes, analogues aux branches latérales, et faciles à confondre avec elles ; mais avec quelque attention, on peut remarquer qu'ils ne procèdent pas des autres filaments.

Chez l'*Achlya*, ces androspores germent sans se fixer, et produisent des individus mâles ayant à peu près la taille des individus femelles ; ils entourent ces derniers et les enlacent comme des lianes, envoyant de tous les côtés un grand nombre de rameaux grêles qui s'entortillent autour de l'oogone et de son support ; ils se renflent à leur extrémité et produisent ainsi des anthéridies.

Dans l'un et l'autre cas, la fécondation était possible ; cependant, malgré la formation normale des gonosphéries, elle n'eut pas lieu ; de grosses gouttes oléagineuses apparurent, et tout périt. L'auteur en conclut la nécessité de l'acte fécondateur non encore démontrée alors.

Il rappelle, en terminant, les faits principaux sur lesquels il base son opinion, et qui sont :

1° La présence simultanée chez le *Saprolegnia* et l'*Achlya* de deux sortes de sporanges, les uns ordinaires, les autres réticulés, donnant des zoospores de même forme, distinctes (?) pour chacune des deux espèces.

2° L'existence de plantes mâles naines dans le cas du *Saprolegnia* cité ; plus robustes et en forme de lianes dans le cas de l'*Achlya*, et produisant les unes et les autres des anthéridies.

Le premier fait lui semble réduire à néant l'opinion de M. Al. Braun, qui voyait dans ces sporanges réticulés l'indication d'un genre spécial, et celle de Meyen, de MM. Cohn et de Bary, qui les considéraient comme des formes anormales de sporanges ordinaires.

Nous avons vu que, chez les *Saprolegnia* et les *Achlya*, les zoospores peuvent, dans l'intérieur même du sporange, germer en produisant un filament, ou présenter un autre mode de germination, c'est-à-dire émettre des zoospores de deuxième forme ; que, dans ce second cas, il résulte de là la formation de sporanges réticulés ou dictyosporanges ; qu'on les rencontre sur des espèces munies de branches latérales, de sorte que les affirmations de M. Pringsheim perdent beaucoup de leur valeur. La présence simultanée de ces deux sortes de sporanges est donc expliquée, et le rôle sexuel qu'il leur attribuait fortement mis en question. Si, du reste, on jette un coup d'œil sur la figure 7 de la planche XXII, représentant la sortie des prétendus androspores d'un *Achlya* dans le mémoire de M. Pringsheim, on y reconnaîtra ce que nous avons déjà signalé plus haut (page 12). Le sporange montre l'ouverture par laquelle une partie des zoospores se sont échappées ; ce qui reste ne le *remplit pas :* on a ainsi la preuve, par cette figure même, que ce sont des zoospores qui n'ont pas été évacuées, et qui ont présenté ensuite le second mode de germination.

Si l'on cherche à retrouver les espèces qu'il a étudiées parmi celles qui sont décrites, on remarque que le *Saprolegnia* à oogones non perforés à l'avance et lisses est inconnu encore ; les détails

qu'il donne d'ailleurs ne suffisent pas pour établir une espèce, aussi ne lui a-t-il pas donné de nom ; quant à l'*Achlya*, il rentre pleinement dans le *Dictyuchus monosporus* Leitgeb. Nous le prouverons tout au long plus tard ; il nous suffira de dire que ces deux plantes possèdent simultanément : des dictyosporanges, des sexes séparés, des pieds mâles en forme de lianes, et des oogones non perforés. Ceci constitue un ensemble de propriétés communes qui assure l'identité des deux espèces.

Relevons en passant deux erreurs assez notables. M. Pringsheim dit que les dictyosporanges émettent des zoospores identiques avec celles de l'espèce à laquelle ils appartiennent (1). Nous avons vu plus haut que, dans l'un et l'autre cas, *Saprolegnia* ou *Achlya*, les zoospores de seconde formation sont identiques entre elles et différentes de celles de première, et que l'un des genres ne se distingue de l'autre que par le mode de formation des nouveaux sporanges; et il est bien certain que chez le *Saprolegnia*, ces zoospores de seconde formation n'ont pas deux cils antérieurs comme celles de première.

Il dit ensuite que de chaque cellule il sort *une ou plusieurs* zoospores ; ceci est encore inexact, et a été relevé, du reste, par M. Leitgeb dans son travail sur les *Dictyuchus* (2). Une zoospore n'émet *jamais* qu'une seule zoospore de seconde formation ; nous avons insisté là-dessus page 12.

En résumé, des deux espèces soit-disant gynandrosporiques,

(1) « Dieser (Inhalt) gestaltet sich næmlich zu einem zusammenhængenden, das » Sporangium erfuellenden Mutternetz, in dessen einzelnen Zellen je eine oder mehrere » Androsporen entstehen, welche den gewœhnlichen Schwærmsporen der Art in Bau » und Gestalt zwar gleichen...... » (*Loc. cit.*, p. 214.)

Cela semble singulier lorsqu'on sait que M. Pringsheim considérait dans son premier mémoire la forme des zoospores des *Saprolegnia*, *Achlya* et *Pythium* comme identiques. Il ne semble pas du reste avoir changé d'opinion sur ce sujet, car, à propos des zoospores du *Leptomitus lacteus* Ag. (*Sapr. lactea*, selon lui), qu'il représente comme munies de *deux cils antérieurs*, il dit que leur structure est celle des zoospores des autres Saprolégniées : « Sie besitzen 2 cilien und gleichen vollkommen denen anderer » Saprolegnieen. » (P. 233.) Cependant, dès 1852, M. de Bary (*Bot. Zeitung*) avait indiqué la différence entre les zoospores des *Achlya* et des *Saprolegnia*, et dans le volume qui contient le mémoire de M. Pringsheim, il représente très-exactement les zoospores des *Aphanomyces* et des *Pythium*. (Voyez plus haut, pages 10, 11 et 13.)

(2) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. VII, p. 364.

l'une est douteuse, l'autre est le *Dictyuchus monosporus* Leitgeb.

Si les observations de M. Pringsheim sont médiocres, c'est qu'elles portaient sur des plantes rares, incomplètes et mélangées à d'autres, ainsi qu'il l'avoue lui-même ; il semble même prévoir les objections, lorsqu'il déclare ne faire guère autre chose que de montrer la route à d'autres observateurs (1). Les causes d'erreur qu'il a rencontrées sont justement celles qu'ont rencontrées successivement ceux qui se sont occupés des Saprolégniées : c'est pour cela que ces plantes ont été si mal connues au début.

Cependant le *Dictyuchus* présente un intérêt très-réel au point de vue de la sexualité ; c'est la seule espèce connue munie de branches latérales qui semble être *dioïque*. Nous verrons plus loin que le fait n'est pas absolument prouvé, mais qu'il est probable.

J'avais longtemps considéré comme dioïque le *Rhipidium elongatum ;* j'ai cru reconnaître depuis que les filaments mâles (très-différents des filaments ordinaires) partent bien du même pied ; mais c'est souvent fort loin de l'endroit où se trouve l'oogone qu'on retrouve la preuve de l'origine commune.

Il est nécessaire de placer ici l'étude complète du *Dictyuchus monosporus* Leitgeb, pour bien prouver que c'est justement l'*Achlya* cité par M. Pringsheim, et démontrer inexacte la théorie des espèces gynandrosporiques.

Dictyuchus monosporus Leitgeb.

Leitgeb, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, t. VII, p. 357.

Ce genre a été établi par M. Leitgeb pour une Saprolégniée dont les zoospores quittent le sporange en perforant la paroi, et laissent dans l'intérieur un élégant réseau cellulaire. Nous en avons déjà parlé, et un pareil sporange a été désigné d'un nom spécial, *dictyosporange*, pour plus de commodité.

Meyen (2) est le premier qui, dans ses recherches sur l'*Achlya*

(1) *Loc. cit.*
(1) *Pflanzenphys.*, t. III, p. 457, pl. X, fig. 15.

prolifera, ait signalé et représenté les *dictyosporanges*; le réseau est, selon lui, constitué par les cellules-mères des zoospores qu'elles ont abandonnées dans l'intérieur du sporange.

MM. De Bary (1) et Cohn (2) en ont observé de pareils : ils les considèrent comme des sporanges d'*Achlya*, chez lesquels les spores n'ayant pu se réunir en capitule, s'entourent cependant d'une membrane et émettent chacune une zoospore à travers la paroi.

M. Pringsheim (3) considère les *dictyosporanges* comme ayant trait à la fécondation; on a vu plus haut le résumé de ses opinions.

M. Kuetzing (4) ne semble pas les distinguer des autres sporanges.

M. Al. Braun (5) pense qu'il faudrait peut-être les considérer comme appartenant à un genre spécial qu'il conviendrait de séparer, et que ce sont des sporanges normaux. C'est à cette opinion que se range M. Leitgeb, et je m'y range après lui.

Cependant l'auteur paraît évidemment tourmenté par la théorie de M. Pringsheim sur les *dictyosporanges*. Il dit à plusieurs reprises qu'il n'a trouvé sur sa plante qu'une seule sorte de sporanges, et que l'espèce étudiée par M. Pringsheim est différente de la sienne. La première affirmation est exacte, la seconde ne l'est pas. Nous examinerons plus loin ses raisons.

Il trouva le *Dictyuchus* au commencement de mars, sur un fragment d'oignon de Tulipe jeté dans l'eau; il transporta la plante sur des Mouches, et elle y végéta bien; de temps en temps il le transportait sur d'autres Mouches fraîches. Il la cultiva ainsi pendant quatre mois.

Le *Dictyuchus* est l'une des espèces que j'ai le plus souvent rencontrées, dans presque toutes les localités, de l'automne au printemps, sur les branches tombées dans l'eau, mais toujours très-rare et par filaments isolés : les sporanges sont fréquem-

(1) *Bot. Zeitung von Mohl und Schlecht.*, 1852, p. 477.
(2) *Nova Acta nat. cur.*, 1854, t. XXIV, p. 158, pl. I.
(3) *Jahrbuech fuer wiss. Bot.*, t. II, p. 214.
(4) *Phycologia generalis*, p. 157, pl. II, fig. 2.
(5) *Verjuengung*, p. 287.

ment en bon état, et j'ai eu le loisir d'observer la sortie des zoospores en mainte circonstance.

Cependant, en mai 1870, je rencontrai cette espèce à peu près pure sur une branche d'Osier, dans une mare de la forêt de Fontainebleau. Transportée sur une autre branche, elle y fructifia vers le commencement de septembre, après quatre mois. Transportée encore sur une autre branche dans le courant de l'hiver, elle se montra à l'état de fructification au mois d'avril suivant. Dans l'un et l'autre cas il est possible que je n'aie aperçu les oogones que longtemps après leur apparition; cependant M. Leitgeb les décrit comme assez fugaces.

La plante lignicole répondant en tous points à celle de M. Leitgeb, j'essayai de la transporter aussi sur une bulbe de *Colchicum autumnale*, coupée en morceaux, et sur une autre de *Tulipa sylvestris :* j'y réussis parfaitement; elle se développa de même, quoique moins bien, sur un Ver de la farine. J'avais donc pu obtenir le développement sur un animal et sur une portion végétale dans des conditions analogues à celles de l'auteur; c'était une vérification (1).

Plus tard, au mois d'octobre 1871, je trouvai le *Dictyuchus* dans un état parfait de pureté et de développement sur un *Limax* tombé dans l'eau d'un fossé à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).

En résumé, les résultats que j'ai obtenus et les observations que j'ai pu faire concordent pleinement avec ceux de l'auteur. Son mémoire est consciencieusement fait et rempli de détails exacts, un peu trop longuement développés peut-être.

La formation du sporange a lieu comme dans le genre *Achlya*.

Le plasma s'accumule à l'extrémité des filaments et une cloison se forme; mais à cet instant les spores ne sont pas séparées les unes des autres : la division s'opère en commençant par le haut, cela est visible le long des sporanges. Dans les sporanges grêles, les spores sont souvent disposées en file; cette variété est

(1) Le développement sur des substratum divers s'obtient sans difficulté : il suffit de plonger le nouveau substratum dans de l'eau qui a baigné quelque temps une touffe de la plante à reproduire; cette eau contient alors des zoospores qui se développent en peu de jours sur la substance qu'on y plonge.

fréquente quand la plante est lignicole, M. Leitgeb la rencontra surtout dans des cultures déjà un peu anciennes. Un cas qu'il signale comme commun, c'est celui où le sporange est formé de trois files de spores terminées par une seule située à l'extrémité du sporange. Les formes qu'il représente sont en général plus trapues et moins allongées que celles que j'ai rencontrées ; mais là, comme chez les *Saprolegnia* et les *Achlya*, le substratum doit influer beaucoup. La disposition des sphérules, et par conséquent du réseau qu'elles abandonnent, varie d'autant.

Le nombre des zoospores oscille entre des limites très-éloignées, selon M. Leitgeb entre deux et trois cents. La limite supérieure est beaucoup plus élevée ; j'ai observé un sporange qui en renfermait trois, et un autre qui en contenait plus de sept cents. A l'époque de la sortie, le contour s'altère un peu et devient ondulé sous la pression des globules plasmatiques ; chacun d'eux successivement émet un mamelon et donne naissance à une zoospore. Les phénomènes sont les mêmes que ceux qu'on remarque en observant les capitules d'*Achlya ;* ce n'est pas le lieu d'y insister ici. La zoospore épanchée de même est aussi de même forme ; tout est comparable. (Voy. page 11.)

La sortie du plasma dure d'une minute à une minute et demie ; la formation de la zoospore aux dépens de ce plasma en exige environ vingt.

La zoospore se meut pendant une dizaine de minutes, puis s'arrête, devient sphérique, et germe en émettant un ou deux filaments ; je n'y ai pas remarqué de cloison.

Une fois les zoospores sorties, chacune des cellules, qui s'étaient gonflées sous leur pression, revient à sa forme initiale, le contour du dictyosporange alors n'est plus ondulé. On remarque aisément ce gonflement des cellules, lorsque plusieurs spores sont sorties ; on voit que la ligne de séparation de deux cellules, dont une seule est vide, n'est plus rectiligne, mais formée d'un arc sensiblement circulaire. Tous ces phémomènes prouvent que la masse de la zoospore subit avant l'épanchement une notable augmentation de volume.

Quelquefois les zoospores ne sortent pas et germent, soit en

totalité, soit en petit nombre seulement, dans le sporange. M. de Bary a signalé un fait analogue pour l'*Achlya prolifera*, M. Thuret pour le *Saprolegnia ferax*.

M. Leitgeb fait remarquer que M. Pringsheim dit à tort que plusieurs zoospores sortent parfois d'une cellule unique du sporange réticulé; il n'a, pour lui, rien observé de pareil; mes observations confirment les siennes.

La formation des nouveaux sporanges a lieu ici comme dans les *Achlya*, à l'extrémité d'un rameau né latéralement sous l'ancien sporange; quelquefois de même, une portion de l'axe fait partie du sporange. Chez les individus lignicoles, la ramification était assez rare; dans les cultures de M. Leitgeb, au contraire, elle était abondante et figurait des sortes de sympodes.

Les réseaux demeurent très-longtemps sans s'altérer; ils finissent enfin par se détacher à la base, et tombent ainsi après un certain temps. Il en est de même des sporanges chez les individus trop âgés; ils n'émettent plus de zoospores et se désarticulent au niveau de la cloison inférieure. M. Leitgeb a remarqué qu'après deux mois et demi de culture, la plante, tout en formant de nombreux sporanges, n'émet plus normalement ses zoospores; on voit se présenter des phénomènes qu'il considère comme maladifs et qui sont l'indice que la végétation est épuisée.

L'auteur cultivait le Champignon depuis quinze jours, lorsqu'il aperçut le premier développement des oogones. Ils se forment à l'extrémité de rameaux nés à angle droit sur les filaments. Ils sont sphériques, d'un diamètre égal environ à $0^{mm},025$.

Quant aux filaments qui donnent les anthéridies, rien ne les distingue, à la base, de ceux qui portent les oogones; mais ils en sont bien distincts par leur partie supérieure : ils portent un grand nombre de rameaux grêles et situés à angle droit, qui ne sont jamais terminés par des oogones; ils s'appliquent, au contraire, sur ceux-ci et les entourent étroitement : leur extrémité s'isole par une cloison et l'anthéridie est ainsi formée. On voit souvent les branches d'un même filament s'enrouler autour de plusieurs oogones, se ramifier leur surface et les réunir comme en grappe.

M. Leitgeb semble ne pas reconnaître les plantes mâles citées par M. Pringsheim, qui entourent les plantes femelles comme des lianes. Il dit que rien d'analogue ne se présente dans le *Dictyuchus;* or ses figures, notamment la figure 2 de la planche XXIII, rendent parfaitement compte de cette comparaison. Dans les organes que j'ai vus, j'ai pu vérifier moi-même la justesse de la comparaison.

Il arrive ici, plus fréquemment encore que dans d'autres espèces, que des oogones, même entourés d'anthéridies, ne se développent pas et repassent à l'état de portion ordinaire de filament végétatif. Ceci semble une particularité de la plante.

Dans chaque oogone il se forme une gonosphérie qui, à la suite de la fécondation, s'entoure d'une membrane, devient une oospore et remplit presque entièrement l'oogone. M. Leitgeb n'a pu voir les prolongements partant des anthéridies; la plante est en effet peu favorable à ce genre d'observation. L'oospore est blanche, munie à la maturité d'une grosse goutte oléagineuse centrale, incolore, et présente la constitution des autres oospores; la blancheur seule la distingue de la généralité. C'est à tort que M. Leitgeb s'étonne de voir cette goutte oléagineuse centrale et se demande si de telles oospores sont capables de germer.

Cet auteur a observé qu'une fois les oospores formées, les filaments porteurs des oogones ne tardent pas à se détruire; il en est de même des anthéridies et des branches latérales. Les oogones tombent au fond du vase ou restent isolés çà et là sur le pulvinule du Champignon : ce sont des sphérules entièrement lisses, sans aucune trace d'anthéridies. Dans ses cultures, le développement des organes sexués était limité à un court intervalle; il ne durait en pleine vigueur qu'une seule semaine et diminuait déjà trois semaines après la première apparition des oogones. Dans les miennes, la durée de ces organes était fort longue; je ne les observai très-probablement que longtemps après leur apparition, et ils persistèrent longtemps encore. Cette différence est constante entre les cultures entreprises sur des insectes

et sur des branches; dans le premier cas la végétation est plus riche, mais plus tôt terminée.

D'après lui, les individus sexuels se distinguent à peine des autres; ils s'en séparent peut-être par une légère différence de taille et d'aspect; les individus asexués sont un peu plus robustes et moins ramifiés.

Il a observé que les individus sexuels portent aussi des sporanges, surtout les femelles; plus rarement, mais sûrement aussi les mâles. Je n'ai pas été assez heureux pour constater ce fait, je ne le mets pas du reste en doute, au contraire; il a une assez grande importance au point de vue de la théorie de M. Pringsheim, qu'il renverserait presque à lui seul.

M. Leitgeb a tout à fait à cœur de prouver que les dictyosporanges sont bien les sporanges normaux de sa plante, et qu'il n'y en a jamais d'autres : il semble craindre toujours qu'on ne lui oppose l'affirmation de M. Pringsheim, qui a vu deux sortes de sporanges. Voici les preuves qu'il donne :

1° Pendant une étude qui a duré quatre mois, le *Dictyuchus* ne lui montra que des dictyosporanges.

2° Il le transplantait d'une mouche sur d'autres sans difficulté; il n'en aurait pas été de même si les filaments à sporanges réticulés eussent été des individus sexuels. On peut ajouter, sans crainte de se tromper, car on en a de nombreux exemples, qu'ils seraient redevenus des filaments végétatifs ordinaires. Cependant l'auteur aurait dû opérer d'une façon qui ne donnât pas prise à une objection : il aurait dû ne pas renouveler sa plante en en introduisant une touffe dans l'abdomen d'une mouche nouvelle, comme il le faisait d'ordinaire, mais uniquement au moyen de zoospores, et il aurait vu ainsi bien plus nettement que ces zoospores donnaient le *Dictyuchus*. J'ai fait cette expérience sur une bulbe de Colchique et un ver de la farine, et dans l'un et l'autre cas les zoospores seules (que M. Pringsheim considérait comme des androspores germant librement) reproduisirent des individus munis de dictyosporanges.

3° Il remplaça, dit-il, la touffe de filaments vivants par une touffe de filaments morts depuis deux mois et brunis, mais couverts

d'oospores, et il en plaça un flocon dans l'abdomen d'une mouche : deux jours après, la surface de la blessure était garnie d'un coussinet de *Dictyuchus*, qui se développa rapidement. On peut encore objecter qu'il y avait peut-être une portion de filament encore vivante, et que le pulvinule ne proviendrait pas alors de la germination des oospores. Il aurait évité cela en triant les oospores. En exécutant l'expérience précédente, comme il suit, on évite toute objection. Dans l'eau qui baigne un pulvinule il y a un grand nombre de zoospores que le *Dictyuchus* émet à chaque instant ; on enlève le pulvinule, on le remplace par une mouche ou par un ver de la farine coupé en morceaux. On ne peut dire qu'il reste un seul filament, puisqu'on a tout enlevé ; l'inoculation ne peut donc provenir que des zoospores. J'ai rapporté que cela avait été fait avec un fragment de bulbe de Colchique et avec un ver ; mais ces cultures furent abandonnés pour une cause indépendante de ma volonté (1). Une expérience analogue, faite sur une branche de Tilleul, amena la fructification sexuée, mais au bout d'un temps fort long : c'est l'un des cas cités plus haut.

On est donc en droit de dire que les zoospores sorties des dictyosporanges reproduisent non-seulement des dictyosporanges, mais encore des filaments porteurs, les uns d'oogones, et les autres d'anthéridies.

Cette preuve est sans réplique et montre bien que le *Dictyuchus* est un genre digne d'être maintenu et non pas une forme d'une espèce d'*Achlya* : mais il y a deux faits signalés par M. Leitgeb qui ont aussi une grande importance.

Le premier, c'est que les pieds mâles comme les pieds femelles partent du corps de l'insecte.

Or, M. Pringsheim dit en parlant de ses androspores (p. 216) : « Ils ne s'appliquent pas sur les oogones, mais germent à une place quelconque ; les filaments qui en naissent se distinguent à peine des filaments femelles entre lesquels ils se trouvent. »

Il n'est pas question que ces androspores germent sur le substratum qui leur a donné naissance (au sujet duquel d'ailleurs il

(1) Je fus forcé, par suite des événements, de quitter Paris dans les premiers jours du mois de mai 1871.

ne s'explique pas) (1). Le sens du mot *gynandrosporique* aurait été un peu modifié, si l'auteur de la théorie avait reconnu cette implantation et l'opinion du savant professeur un peu ébranlée, car le premier et le second cas des espèces *gynandrosporiques* auraient été trop dissemblables.

Le second fait important, c'est que les individus mâles comme les individus femelles, quoique plus rarement, portent aussi des sporanges réticulés. Il est difficile désormais d'admettre le rôle des zoospores issues de ces dictyosporanges, tel que l'a assigné M. Pringsheim. Si la théorie des espèces *gynandrosporiques* s'applique au *Saprolegnia* cité par lui, elle ne s'applique pas du tout ici. Le second cas est donc complétement en désaccord avec les faits.

J'ai dit déjà plus haut et j'ai répété que le *Dictyuchus* était cette seconde espèce mentionnée, sans nom et sans figure (2), par M. Pringsheim. M. Leitgeb ne veut pas que ce soit elle; admettant que l'illustre botaniste a reconnu deux sortes de sporanges et qu'il n'a pu se tromper, il faut, dit-il, que l'autre sporange soit une formation anormale ou bien qu'on ait eu affaire à une autre espèce. C'est vers cette opinion qu'il penche, et il tâche de l'étayer en disant que le *Dictyuchus* est dioïque et non gynandrosporique, et que les oogones sont monospores et non polyspores.

Je ne mets pas un seul instant en doute que M. Pringsheim n'ait vu sur le même filament des sporanges de deux sortes, mais seulement cette affirmation que ces anthéridies spéciales appartinssent à un véritable *Achlya :* c'est cette partie seule que je nie. Du reste, M. Pringsheim avoue qu'il s'est servi de matériaux rares; il *ne croit pas* que ces dictyosporanges (comme le pensent MM. de Bary et Cohn, et comme cela est) puissent provenir de l'altération de certains sporanges d'*Achlya :* il a donc

(1) Il semble pourtant, d'après le texte, que ces Saprolégniées « croissant dans des eaux courantes » étaient lignicoles; cela expliquerait la difficulté de reconnaître si les filaments partent ou non du substratum.

(2) La figure 7 de la planche 22 se rapporte, ainsi que nous l'avons vu, page 60, à un faux dictyosporange d'un *Achlya*.

été conduit à les considérer comme appartenant tous à une même espèce ; de là son erreur. Il a pu se tromper encore en lui assignant plusieurs gonosphéries au lieu d'une seule ; il aura pu confondre plusieurs espèces. Cela tient encore au petit nombre d'échantillons qu'il avait à sa disposition et qui étaient d'ailleurs en assez mauvais état, car aucun oogone n'amena d'oospores ; cela lui aurait permis de vérifier le nombre des gonosphéries, sur lequel il n'insiste pas, du reste.

Quant à l'objection tirée de la sexualité, elle est sans valeur, car M. Pringsheim n'a pas *prouvé* que son espèce fût réellement gynandrosporique. Chez les Œdogoniées c'est évident à première vue, ici il fallait le démontrer.

Je me résume : M. Leitgeb dit, pour montrer que son *Dictyuchus* n'est pas l'espèce de M. Pringsheim, qu'il n'y a pas deux sortes de sporanges ; que les oogones sont monospores et non polyspores, et que la sexualité est différente.

A cela je réponds que M. Pringsheim, par suite de l'insuffisance de ses matériaux, a très-bien pu confondre deux espèces, dont l'une lui aurait accidentellement montré des dictyosporanges, et l'autre normalement, dont l'une aurait eu des oogones polyspores, l'autre des oogones monospores. Enfin, qu'il n'a pas *démontré* que son *Achlya* à plantes mâles en forme de lianes fût gynandrosporique plutôt que dioïque.

Maintenant que nous avons examiné les différences, voyons les analogies. Nous les trouverons beaucoup plus importantes que les différences et d'une bien autre valeur.

Le mode de succession des sporanges réticulés étant celui des *Achlya*, il n'est pas étonnant que M. Pringsheim ait fait rentrer sa plante dans ce genre. En outre, les filaments qui portent les oogones ne sont pas porteurs d'anthéridies ; ces dernières naissent à part sur des filaments spéciaux ne se distinguant pas des précédents par une taille différente ou un autre diamètre. Ces filaments émettent un grand nombre de rameaux, qui entourent les filaments porteurs d'oogones comme des plantes grimpantes ; l'expression est juste et les figures que donne M. Leitgeb en sont la preuve ; j'ai du reste pu vérifier le fait. Chez les *Achlya*,

d'ailleurs, la forme et la disposition des anthéridies caractérisent les espèces. De plus, les oogones sont entièrement lisses et non perforés, caractères que deux *Achlya* seulement (sur six ou sept) possèdent à la fois. Outre ces particularités, qui concordent parfaitement dans les deux plantes, on trouve une prédisposition à l'avortement des gonosphéries. C'est une particularité plus intime, mais qui se retrouve chez l'une et chez l'autre plante.

Donc le *Dictyuchus* et la plante de M. Pringsheim, qu possèdent des organes essentiels si semblables et même certaines prédispositions identiques, ne constituent qu'une seule et même espèce. Ce qui a éloigné M. Leitgeb de cette idée, c'est que, ne connaissant pas les faux dictyosporanges d'une part, de l'autre ne voulant pas mettre en doute les observations de M. Pringsheim, il a tout tenté pour prouver la différence des deux plantes; mais dans son mémoire, on remarque qu'il s'efforce constamment de montrer la vérité de ses observations, tout en évitant de les opposer à celles de M. Pringsheim.

Nous avons considéré dans cette étude le *Dictyuchus* comme dioïque; mais en est-on bien sûr? C'est le seul exemple connu de diœcie, aussi faudrait-il en avoir des preuves. Il semble bien que cela soit, mais ce n'est pas prouvé. Pour cela il faudrait prendre un sporange né sur un individu femelle, et un autre né sur un individu mâle, en inoculer séparément les zoospores à deux fragments de ver de la farine, ou à deux mouches, et voir si ces deux pulvinules donneraient un pulvinule mâle et un pulvinule femelle. On pourrait encore essayer de placer dans l'abdomen ouvert d'une mouche des filaments mâles et dans un autre des filaments femelles triés avec soin. Ce sont des expériences qui mériteraient d'être faites et qui confirmeraient ce qui jusqu'ici semble très-raisonnable, mais n'est pas démontré.

Ce qui est relatif au *Dictyuchus* a été développé longuement et méritait de l'être à cette place. Cette espèce est le troisième terme d'une série dont les *Saprolegnia*, d'une part, les *Achlya* et *Aphanomyces* de l'autre, sont les premiers termes, et il était nécessaire de montrer que la théorie de M. Pringsheim, en tant qu'elle le touche, est inexacte.

THÉORIE DE M. PRINGSHEIM SUR LA SEXUALITÉ DES SAPROLÉGNIÉES : DIOECIE.

Le deuxième cas de la sexualité chez les espèces dénuées de branches latérales correspondrait, selon M. Pringsheim, à la diœcie (voy. plus haut, page 58).

Il considère comme les organes mâles de ces espèces certaines formations rares et ambiguës, diversement interprétées par les observateurs qui les ont rencontrées ; les uns les considéraient comme des sporanges, d'autres comme des parasites : c'est à cette dernière opinion qu'il faut s'arrêter maintenant. L'historique complet et les raisons qui appuient cette manière de voir seront développés plus loin, quand nous nous occuperons spécialement des parasites des Saprolégniées. Pour le moment, il n'en faut dire que ce qui est nécessaire à l'intelligence du sujet.

Historique.

Le premier qui observa ces formations fut M. Nægeli (1) qui en rencontra deux sortes ; il les considéra comme identiques et constituant un second mode de sporange de l'*Achlya prolifera* (*S. ferax*).—M. Cienkowski (2) adopta cette manière de voir pour l'une d'elles sans parler de l'autre.

M. Al. Braun (3) considère la même formation comme appartenant à un parasite. Plus tard (4), dans un travail spécial sur les parasites, il la nomme *Chytridium Saprolegniæ ;* mais après la lecture du mémoire de M. Cienkowski, ses opinions ont changé, et à la suite de son article sur le *Ch. Saprolegniæ*, il écrit un autre passage dans un sens très-différent. Cet opuscule de M. Al. Braun est le point de départ du mémoire de M. Pringsheim sur les Saprolégniées ; on y rencontre même le germe de ses erreurs, comme la présence des anthérozoïdes dans les corni-

(1) *Zeitschrift. fuer wiss. Bot.* Zurich, 1846, Heft. III, p. 29, pl. IV, fig. 10.
(2) *Bot. Zeitung von Mohl u. Schlecht.*, 1855, p. 801.
(3) *Verjuengung*, p. 286 et 287.
(4) *Ueber Chytridium.* Berlin, 1856, p. 61.

cules des Saprolégniées comparées aux *Vaucheria*, et l'assimilation des formations nægeliennes à une deuxième sorte d'anthéridies donnant aussi des anthérozoïdes. Il dit en effet :

« ..... Cela deviendrait certain si l'on pouvait prouver que les formes des Saprolégniées, qui contiennent les cellules nægeliennes, ne présentent pas de cornicules, et que les corps agiles que ces cellules renferment sont les mêmes que les spermatozoïdes (non encore connus) contenus dans les cornicules. »

M. Pringsheim, dans son premier mémoire sur les Saprolégniées (1), revient en effet sur cette idée ; mais c'est dans le second qu'il donne sa théorie tout entière. Nous en avons déjà vu une partie, nous allons en continuer l'examen.

Voici l'analyse de cette partie du mémoire :

Certains sporanges décrits par M. Nægeli sur des espèces indéterminées ne sont autre chose que des organes mâles d'espèces particulières.

Anthéridies du *Saprolegnia dioica* Pringsh. (2).

M. Pringsheim parle d'abord d'une espèce nouvelle qu'il nomme *Saprolegnia dioica.*

On voit, parmi les filaments de ce *Saprolegnia*, quelques-uns d'entre eux, un peu plus courts, se cloisonner de distance en distance : les portions comprises entre deux cloisons présentent un contenu épais qui bientôt se remplit de vacuoles (pl. 6, fig. 1 *c*, 11 *d*) ; à ces vacuoles succède une quantité considérable de très-petits corpuscules, remplissant entièrement la cellule mère; leur formation suit immédiatement un certain aspect écumeux de la cellule que nous retrouverons dans toutes les formations suivantes (fig. 1 *c*) ; chaque article présente une ou deux papilles (fig. 6 *o*), l'article terminal en présente une à son extrémité. A un instant les papilles s'ouvrent et les corpuscules sortent et nagent avec une extrême rapidité : ce sont de petits

(1) *Jarbuech. fuer wiss. Bot.*, I, p. 293.—*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XI, p. 362.

(2) Nous verrons plus loin que cette formation est constituée par un parasite appartenant à la famille des Chytridinées, le *Rozella septigena*. (Voy. pl. 6.)

bâtonnets dyssymétriques munis d'un cil unique (fig. 2), invisible pendant le mouvement, mais rendu visible par l'action de l'iode qui arrête le corps mobile et jaunit le cil. Ils ont une longueur de $\frac{1}{222}$ de millimètre ; leur cil est environ triple. Ils ne présentent jamais aucun développement et périssent sans germer. On ne peut donc leur accorder la fonction de zoospores.

D'abord rares, ces sorties des corps agiles deviennent de plus en plus fréquentes, mais elles ont à peu près cessé lorsque se montrent les oogones ; on en voit à cette époque une nouvelle apparition, et il arrive même de voir le filament femelle se cloisonner lui-même et donner des anthérozoïdes.

Les oogones de ce *Saprolegnia* sont analogues à ceux du *S. monoica*, mais plus petits et contenant un moins grand nombre de spores ; les parois sont de même perforées, mais il n'y a pas de branches latérales ; des centaines d'oogones n'en ont pas montré trace (1).

Il n'a pas vu la pénétration des anthérozoïdes dans l'oogone par les ouvertures disposées à l'avance, mais son opinion, dit-il, se laisse facilement justifier sans cela.

En résumé, la preuve qu'on a affaire à un organe véritable de la plante, et non à un parasite, se trouve dans les faits suivants :

1° La simultanéité de ces articles et des oogones ;

2° Leur développement normal de haut en bas ;

3° L'apparition de la papille longtemps avant la formation des corps agiles ;

4° L'analogie des papilles sporangiales des *Saprolegnia* avec celles de ces articles, et surtout avec la papille de l'article terminal ;

5° La décomposition des corps agiles, qui périssent sans germer ;

6° L'absence constante de branches latérales et la perforation naturelle des oogones.

(1) M. Pringsheim en rencontra cependant quelques-unes, mais très-rares, et dans ce cas, dit-il, les branches latérales n'émettaient pas de prolongement comme les branches latérales ordinaires ; il en figure (pl. XXII, fig. 6) un individu, muni de ces cloisons particulières.

Ces raisons paraissent assez convaincantes; mais, sans entrer dans des détails qui seront développés plus loin, donnons tout de suite une réponse à chacune d'elles.

1° Il avoue lui-même que le maximum de développement de ces corps agiles est antérieur au développement complet des oogones; on l'observe même souvent sans qu'aucun oogone n'apparaisse ultérieurement.

2° Le développement de haut en bas s'expliquerait aussi bien dans l'hypothèse d'un parasite. En quoi d'ailleurs ce développement est-il normal?

3° Si la papille est une formation qui dépend du parasite, il n'est pas singulier qu'elle précède l'apparition des corps agiles.

4° L'analogie de cette papille avec celle des sporanges ordinaires est très-discutable et sera démontrée inexacte; la place de la papille de l'article terminal est assez variable; il y en a quelquefois deux, ni l'une ni l'autre n'étant terminales.

5° Chez les Chytridinées, les zoospores germent très-difficilement dans l'eau. M. Al. Braun, dans sa monographie, ne représente pas une seule germination.

6° La perforation des oogones et l'absence de branches latérales démontrent la nécessité des anthérozoïdes, cela est sûr; mais les formations dont il s'agit se retrouvent sur des espèces munies déjà de branches latérales: j'en ai trouvé d'identiques sur le *Saprolegnia spiralis*, et les *Achlya polyandra* et *racemosa* Hild. M. Pringsheim en représente lui-même sur une espèce qui paraît être le *S. monoica*. D'un autre côté, on rencontre le *S. ferax* avec des oogones dénués de branches latérales, sans rien qui ressemble à ces filaments articulés; M. Pringsheim n'a rien décrit de pareil dans son mémoire sur ce sujet (1). MM. Thuret (2) et de Bary (3) n'ont rien signalé d'analogue. On ne les rencontre d'ailleurs pas toujours; ces formations sont accidentelles et n'ont aucun rapport avec la fécondation : elles seront étudiées en

(1) *Entwickelungsgesch. d.* Achlya prolifera (S. ferax) (*Nova Acta Acad. N. C.*, t. XXIII).

(2) *Ann. des sc. nat.*, Bot., 3e série, 1850, t. XIX, p. 229, pl. 22.

(3) *Bot. Zeitung*, 1852, p. 473.

détail un peu plus loin ; je propose de les désigner sous le nom de *Rozella septigena*. Le mode de développement en sera indiqué, ainsi que celui d'un second mode de reproduction de ce parasite, qui est constitué par des spores immobiles.

Le *Saprolegnia dioica* Pringsh. semble n'être autre chose que le *S. ferax* (Gruith.), attaqué par le *Rozella septigena*.

Anthéridies de l'*Achlya dioica* Pringsh. (1).

Le second cas de la diœcie s'est présenté sur un *Achlya* qu'il nomme *A. dioica*. Les organes mâles ont les plus grandes analogies avec ceux de l'espèce précédente : les filaments se cloisonnent de même, mais le contenu, au lieu de s'organiser directement en corps agiles, se concentre et, par un développement mal connu, se dispose en sphérules toutes égales, qui ont le même diamètre que les zoospores arrivées au repos. — Plus tard, elles présentent des vacuoles comme les articles du *S. dioica*, puis cette apparence écumeuse dont nous avons parlé; enfin, dans leur intérieur, on voit se former un certain nombre de corps agiles, de vingt à trente dans chacune d'elles (fig. 7). Ils se répandent dans l'intérieur de l'article qui contient leurs cellules mères; celui-ci ne tarde pas à s'ouvrir à son tour par une ou plusieurs papilles, et les anthérozoïdes se répandent au dehors. Par leur structure ils sont identiques avec ceux du *Saprolegnia ;* leur sortie s'opère régulièrement dans chaque article successivement en partant de l'extrémité terminale; après qu'elle a eu lieu, les articles sont remplis (fig. 16 et 17) des sphérules vides qu'ils ont abandonnées.

Le parallélisme des deux organes mâles est complet : chez l'une des espèces, le *Saprolegnia*, il imite le sporange des *Saprolegnia;* chez l'*Achlya*, le sporange des *Achlya*.

Les preuves alléguées pour établir que les organes mâles de l'*Achlya* ne sont pas dus à un parasite, sont les mêmes que dans

(1) Nous verrons plus loin que cette formation n'est autre chose qu'une Chytridinée parasite, le *Woronina polycystis*. (Voy. pl. 7.)

le cas précédent, et elles se rétorqueraient par les raisons qui ont servi à rétorquer les arguments précédents.

J'ai rencontré ces formations sur le *Saprolegnia spiralis* et l'*A. polyandra* Hild., espèces munies de branches latérales. Elles ne caractérisent donc pas plus les *Saprolegnia* que les *Achlya;* elles sont constituées par les sporanges d'un parasite pour lequel je propose le nom de *Woronina polycystis*, et qui sera étudié plus loin.

Les *Rozella septigena* et *Woronina polycystis* vivaient simultanément sur les deux Saprolégniées citées plus haut : le premier occupait parfois des filaments porteurs d'oogones et les branches latérales, comme M. Pringsheim en a figuré un exemple; il occupait même l'intérieur de l'oogone. — Ainsi loin de servir à la reproduction, il l'entravait.

Les spores immobiles ont été aussi observées chez le *W. polycystis.*

Anthéridies douteuses d'un *Saprolegnia* (1).

Il reste encore, pour compléter l'exposé de la théorie de M. Pringsheim, à parler de l'une des sortes de sporanges à petites zoospores trouvée par M. Nægeli, étudiée ensuite par MM. Cienkowski et Al. Braun, et que ce dernier avait nommé *Chytridium Saprolegniæ.*

Dans son premier mémoire sur les Saprolégniées, M. Pringsheim la considère comme constituant une deuxième forme d'anthéridies.

Il dit en effet (2) : « Je ne crois pas me tromper lorsque je considère comme les anthéridies de ces Saprolégniées dépourvues de branches latérales ces organes qui ont été vus et représentés la première fois par M. Nægeli, qui ont été signalés de

(1) Nous verrons plus loin que ces formations constituent des espèces du genre *Olpidiopsis.* (Voy. pl. 3 et 4, partim.)

(2) Il faut remarquer que M. Al. Braun avait représenté (*Ueber Chytridium*) ces organes chez un *Saprolegnia* (*S. spiralis ?*) *muni de branches latérales ;* ce sont même les premières qui aient été figurées. C'était une première contradiction avec sa théorie que M. Pringsheim aurait pu apercevoir.

nouveau par M. Al. Braun (1), et qui n'ont été enfin décrits et représentés que par M. Cienkowski.

» Ce sont des utricules ovoïdes, de dimensions très-variables, ordinairement très-nombreuses, et qui prennent naissance dans les extrémités renflées des filaments, par une formation cellulaire libre (pl. 3, fig. 1, 4, 6, 8), sans que l'extrémité de l'utricule se soit préalablement divisée par une cloison, comme cela arrive pour les sporanges et les oogones. Le contenu plastique de ces cellules se transforme en un nombre extraordinairement grand de corpuscules mobiles (pl. 3, fig. 4 et 8), dont la dimension est à peine de $\frac{1}{100}$ de millimètre ; ils s'échappent finalement par un appendice, qui, partant de ces cellules ovoïdes, traverse la membrane de l'extrémité de l'utricule pour aller s'ouvrir au dehors. Leur volume, excessivement petit, rend déjà invraisemblable qu'ils puissent avoir, comme M. Nægeli le supposait, la valeur de zoospores.

» Je me suis en outre assuré qu'ils ne germent pas, mais qu'ils dépérissent au bout de quelque temps sur le porte-objet qui sert à l'expérience, sans subir aucun développement. »

Il a rencontré ces formations sur des *Saprolegnia* et sur des *Achlya*, et il les nomme « une seconde forme *encore douteuse* d'anthéridies ».

Tout ce passage procède directement de celui de M. Al. Braun, cité plus haut.

Dans son second mémoire sur les Saprolégniées il revient sur cette idée, mais il est moins affirmatif que pour les productions précédentes ; il donne des détails sur la formation de ces cellules au milieu du filament renflé, il décrit les traînées plasmatiques qui l'entourent, puis le développement du contenu de ces cellules en zoospores, qui rappelle ce qu'on observe chez le *S. dioica* et l'*A. dioica* : ce sur quoi il insiste. Ce sont, dit-il, des organes de même nature ; les corps agiles qui s'en échappent sont identiques et ne germent pas plus dans un cas que dans l'autre.

M. Pringsheim se demande quel est le rôle de ces corpuscules ;

(1) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. I, p. 296. — *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, t. XI, p. 362.

on verra dans le résumé de la discussion à laquelle il se livre, combien il est embarrassé : le deuxième mode de reproduction du parasite constitué par des spores échinées n'est pas fait pour éclaircir la question à ses yeux.

Voici du reste cette discussion :

Ces cellules appartiennent-elles bien au *Saprolegnia?* Cela ne peut faire l'objet d'un doute, car on les trouve à l'intérieur de filaments développés à travers un sporange déjà vidé, ce qui caractérise les *Saprolegnia.*

Ce sont peut-être des parasites? Mais il faudrait voir comment le germe s'introduit. La question ne sera pas résolue tant qu'on n'en aura pas observé directement l'introduction.

La façon dont elles s'ouvrent au dehors rappelle les *Chytridium* et le *Pythium entophytum*, mais les corps agiles n'ont aucune analogie avec les zoospores caractéristiques des Saprolégniées et des Chytridinées; ils ne germent pas, donc ce sont des anthérozoïdes.

On pourrait peut-être les considérer comme les plantes mâles d'un parasite unicellulaire; les spores échinées seraient les individus femelles appartenant à un Chytridium *ou à un* Pythium.

Ces cellules échinées sont rares. M. Cienkowski en représente sans les distinguer des sporanges; on ne les rencontre cependant jamais vidées.

M. Pringsheim n'a jamais vu d'infusoires ni d'autres organismes pénétrer dans les filaments des Saprolégniées; ni de zoospores de *Chytridium* ou de *Pythium*, ce qui serait facile à voir (?); et d'où viendraient les parasites?

Il compare ensuite la perforation de la paroi du filament par le prolongement issu de cette formation ambiguë à celle que produisent pour s'échapper les androspores, ce qui pourtant ne peut les faire ranger parmi des parasites.

Ne seraient-ce pas des parasites issus de zoospores mâles, parasites internes, tandis que les androspores germant sur les oogones seraient des parasites externes? Mais ce n'est pas prouvé. On aurait ainsi des formes monoïques, dioïques ou gynandrosporiques, analogues à celles qui ont été vues dans les familles

des Œdogoniées et des Coléochétées; mais ici la complication serait plus grande.

On voit que cette idée de parasitisme s'impose à lui, et malgré la grande analogie qu'il trouve avec les organes mâles du *Saprolegnia* et de l'*Achlya*, il n'est pas convaincu. Dans l'explication de la planche, il les désigne sous le nom d'*anthéridies* (?) *d'un Saprolegnia*. Ces anthéridies douteuses, je les tiens, au même titre et pour les mêmes raisons que précédemment, pour un véritable *Chytridium*, comme le pensait d'abord M. Al. Braun, comme inclinait à le croire M. de Bary (1).

Il me suffira de dire qu'elles se rencontrent chez des espèces munies de branches latérales : on peut citer le *Saprolegnia* de M. Al. Braun, l'*Achlya leucosperma* et le *Dictyuchus monosporus* Leitgeb; on retrouve en outre le second mode de reproduction constitué par des spores échinées. Cette opinion est donc absolument certaine.

Ces cellules libres appartiennent, soit au *Chytridium Saprolegniæ* A. Br., soit à des espèces voisines : tout cela sera examiné plus tard, quand nous les étudierons à nouveau, à un point de vue différent de celui auquel nous nous sommes placé ici.

FÉCONDATION PAR ANTHÉROZOÏDES.

La théorie de M. Pringsheim étant démontrée inexacte, où faut-il chercher les organes mâles des Saprolégniées, peu nombreuses du reste, dépourvues de branches latérales?

Quand on étudie le *Saprolegnia ferax*, on n'y rencontre jamais, outre les oogones, autre chose que des sporanges. C'est ce qu'ont observé MM. Thuret, Pringsheim et de Bary. Mais si, d'une part, la nécessité de la fécondation est évidente, et si, de l'autre, on ne rencontre que des oogones et des sporanges, on est alors amené à se demander si tous les sporanges qu'on

(1) *Morph. und Phys. der Pilze*, p. 155. — *Ann. des sc. nat.*, 1866, 5e série, t. V, p. 333.

regarde comme identiques entre eux ont bien la même signification et le même rôle.

Monoblepharis, nov. genus. (Pl. 2.)

Dans le genre *Monoblepharis*, la reproduction sexuée a été observée sur les deux espèces à sporanges cylindriques; on y trouve des anthérozoïdes nés dans de petits sporanges spéciaux plus ou moins séparés des autres; ils ont la forme des zoospores et fécondent la gonosphérie unique en se fondant avec elle. C'est par l'étude de ces deux espèces que nous allons continuer, et l'on verra quelle induction puissante on peut en tirer pour les espèces de *Saprolegnia* et d'*Achlya*, chez lesquelles on ne trouve que des sporanges et des oogones. Ces deux espèces de *Monoblepharis* sont identiques, si l'on ne considère que les filaments végétatifs et les sporanges; mais l'appareil de reproduction sexuée montre entre elles des différences considérables et profondes ; c'est lui qui servira à les distinguer.

Oogones; leur développement. — Chez l'une d'elles, l'oogone est sphérique, solitaire à l'extrémité du filament, ou faussement latéral par suite de l'accroissement ultérieur de l'axe au-dessous de lui. Cette forme de l'oogone est caractéristique et suffit pour distinguer cette espèce de l'autre; je propose de la nommer *Monoblepharis sphærica* (pl. 2, fig. 1-6).

L'extrémité du filament, qui doit se changer en oogone, se renfle en massue, puis se gonfle de façon à présenter l'aspect d'une sphère (fig. 2). Le plasma afflue à cette extrémité et se condense bientôt en une foule de grains oléagineux, brillants, jaunâtres et réfringents; pendant ce temps le renflement sphérique se sépare et s'isole par une cloison. Bientôt après on y constate, comme chez les oogones des autres Saprolégniées, un épaississement notable de la paroi. L'oogone ainsi développé a toujours la même forme.

Immédiatement au-dessous de lui, se trouve une portion, où le plasma finement granuleux, trouble et peu réfringent, présente un aspect entièrement différent, et montre les divers indices d'un sporange en voie de formation (fig. 3 *a*). Elle

a une longueur égale à quatre ou six fois son diamètre ; elle n'est nullement dilatée et est la continuation directe du filament qui la supporte, sans qu'il y ait le moindre changement de dimension ou la moindre différence. On remarque seulement un prolongement dirigé vers l'oogone, comme si l'axe s'accroissait latéralement ; mais le développement ne va pas plus loin, et cette partie s'isole par une cloison. Elle présente tous les caractères d'un petit sporange : c'est l'anthéridie. Comme l'oogone, elle est constante de forme ; elle occupe aussi une position constante.

Donc, en résumé, les oogones du *M. sphærica* sont *sphériques* et munis d'une anthéridie *unique*, située *au-dessous* d'eux dans le filament. Ils sont généralement *solitaires* et très-rarement géminés. Ces organes ont une forme identique chez tous les individus.

Il est loin d'en être de même dans la seconde espèce. Les oogones y sont de forme différente, suivant qu'ils portent ou non des anthéridies, qu'ils sont solitaires ou groupés ; le groupement d'ailleurs est variable comme le nombre et la position des anthéridies ; je propose de lui donner le nom de *Monoblepharis polymorpha* (pl. 2, fig. 7-32).

L'oogone, quand il est isolé, est ovoïde, obtus à son extrémité supérieure et tronqué à sa base (fig. 7, 8 et 10) : quand plusieurs oogones sont placés à la file, cette forme est un peu altérée ; l'inférieur porte une sorte de plate-forme latérale sur laquelle vient s'appliquer celui qui est immédiatement supérieur, et ainsi de suite en remontant. On voit que plusieurs dispositions pourront avoir lieu suivant la disposition de la plate-forme à droite ou à gauche, d'un même côté ou non. On trouve parfois un grand nombre d'oogones ainsi superposés, jusqu'à douze. Tantôt ils sont solitaires, tantôt réunis en grand nombre à l'extrémité des filaments ; quelquefois ils sont au contraire intercalaires. Ces diverses formes seront signalées ultérieurement quand on fera l'histoire de cette espèce.

De même que celles des oogones, la forme et la disposition des anthéridies et leur situation même sont des plus variables. Tantôt, en effet, comme chez le *M. sphærica*, elles supportent l'oogone (pl. 4, fig. 13 *a*) ; tantôt elles partent du pied de cet

oogone, ou sont situées sur lui (pl. 2, fig. 7 et 8), soit sessiles, soit à l'extrémité d'un filament plus ou moins long. Ces diverses dispositions sont quelquefois mélangées; plusieurs anthéridies peuvent être disposées en file, comme les sporanges, auxquels elles ressemblent entièrement, sauf la taille, et être placées sur eux; on peut en voir plusieurs sur un même oogone et parfois des oogones réunis en groupe ne portent pas une seule anthéridie. Dans ce cas elles sont en général situées aux extrémités des filaments.

On les confondrait avec des sporanges, n'était leur taille très-réduite, leur longueur moins développée, et surtout la présence d'un grand nombre d'entre elles sur les oogones eux-mêmes ou dans les environs.

La différence entre les deux espèces est bien caractérisée par les oogones jeunes : nous allons voir qu'il y a une différence encore plus grande entre elles pendant et après la fécondation.

Préliminaires de la fécondation. — Lorsque la fécondation est sur le point de s'accomplir, des changements notables se produisent dans l'oogone.

La partie supérieure, indistincte dans l'une des espèces, est un peu proéminente dans l'autre; elle forme une papille obtuse dans le *M. sphærica* (fig. 3). Elle se dissout lentement, laissant à sa place une ouverture dont le diamètre égale jusqu'au tiers du diamètre de l'oogone (fig. 4). En même temps le contenu de l'oogone subit des modifications considérables. Les globules oléagineux uniformément répandus dans tout l'intérieur se rassemblent vers la partie médiane et s'y accumulent. Le plasma se détache de la partie inférieure et il remonte, laissant au-dessous de lui un liquide sans réfringence et sans granules, qui a tout à fait l'apparence de l'eau. En même temps il quitte aussi la partie supérieure et se dispose un peu au-dessous du niveau de l'ouverture. Il est presque incolore, réfringent, non granuleux, et renferme à son centre toutes ces gouttelettes oléagineuses, jaunâtres et brillantes, dont nous avons parlé. Il forme une large bande transversale, qui ne laisse aucune trace de plasma au-

dessus et au-dessous (fig. 5). La surface supérieure et l'inférieure sont légèrement bombées; le volume est environ les trois quarts du volume total. C'est la gonosphérie. Elle peut être considérée comme formée d'un globule aplati dans le sens du diamètre vertical; elle ne touche ni la partie supérieure de l'oogone, ni l'inférieure, mais s'applique exactement sur les parois latérales. C'est donc un cas intermédiaire entre les *Œdogonium*, où la gonosphérie est libre, et les *Vaucheria*, où elle s'applique sur toute la paroi.

On voit en même temps dans l'anthéridie se produire une remarquable transformation. Quand elle est située sous l'oogone, comme dans le *Monoblepharis sphærica*, ou sur lui, ou à côté de lui, comme dans quelques formes de l'autre espèce, la simultanéité des phénomènes s'observe aisément. On voit en une vingtaine de minutes les anthérozoïdes se former aux dépens du plasma séparé en petites masses et sortir au dehors. Dans tous les cas, les anthéridies se comportent comme de petits sporanges. Les anthérozoïdes, au nombre de cinq à six chez le *M. sphærica*, sont disposés en file (fig. 4). Il en est de même chez le *M. polymorpha*, le plus généralement; cependant on y rencontre des anthéridies plus riches en corps agiles, surtout lorsqu'elles ne sont pas dans le voisinage des oogones. La segmentation du plasma et la sortie des anthérozoïdes sont identiques en tout point à ce qui a été dit à propos des zoospores. Ajoutons encore que les anthérozoïdes ont la même constitution qu'elles et n'en diffèrent que par leur taille moitié moindre (1).

La fécondation a lieu par la fusion des éléments de la gonosphérie avec ceux d'un anthérozoïde, après la pénétration de ce dernier dans l'intérieur de l'oogone. Les moyens qui facilitent cette pénétration sont assez spéciaux.

Chez le *M. sphærica*, l'ouverture de l'anthéridie est placée presque sous l'oogone et dirigée vers lui (fig. 5). Chaque anthérozoïde à sa sortie touche le plus souvent l'oogone : s'il ne le

(1) Cependant on doit dire que les premiers anthérozoïdes seuls montrent le singulier mode de traction du cil (voy. p. 15); les derniers (comme les dernières zoospores demeurées au fond du sporange) s'échappent presque librement les uns après les autres.

touche pas, il s'échappe et nage dans le liquide comme une petite zoospore; s'il le touche, au contraire, il y reste adhérent et demeure comme attaché à sa surface.

Chez le *Monoblepharis polymorpha*, l'extrémité de l'anthéridie est libre et s'ouvre à l'extérieur, loin de l'oogone; les anthérozoïdes sortent et nagent comme des zoospores. Au bout de quelque temps, lorsqu'ils sont en assez grande abondance dans la préparation, on les voit entourer les oogones arrivés à l'état indiqué plus haut et se fixer à leur surface pour y ramper. J'ai vu plusieurs fois des anthérozoïdes, nageant en ligne droite et avec rapidité, rencontrer un pareil oogone et s'y fixer en s'arrêtant *brusquement;* ils heurtaient cependant les filaments végétatifs, les oogones trop jeunes ou déjà munis d'oospores, mais sans jamais s'y arrêter.

Quelle est la cause qui les retient; est-ce un mucus ou toute autre matière? On observe ici une cause analogue à celle qui dirige les anthérozoïdes des *Œdogonium* monoïques vers l'orifice de l'oogone. Cependant cet arrêt brusque ferait plutôt croire à une force mécanique les assujettissant à la surface.

Lorsque les anthérozoïdes se sont fixés sur l'oogone, ils s'y déplacent lentement en rampant à la manière des Amibes (pl. 2, fig. 11-21); ils portent dans un sens ou dans l'autre telle ou telle partie de leur plasma : on voit alors le reste suivre; on constate le glissement des granules dans l'intérieur; mais, d'après leur nombre ou leur position, on ne peut dire que ce soit plutôt la partie antérieure qu'une autre partie quelconque, qui dirige le reste. Ils se meuvent ainsi dans une direction ou dans une autre, tantôt à droite, tantôt à gauche, prenant les formes les plus variées. Dans cette reptation, le cil est le plus souvent placé perpendiculairement à la surface; faut-il en conclure que c'est la partie antérieure qui en est la cause? Le cil, du reste, reste roide, mais oscille lentement, changeant de direction lorsque la partie qui le supporte change de place; il est étranger à l'origine de ce mouvement et est entraîné par lui. L'anthérozoïde demeure, sans s'en éloigner beaucoup, sur les parties de l'oogone voisines de l'ouverture, mais n'y pénètre souvent qu'après un temps fort long. C'est d'ailleurs une preuve qu'il peut demeurer

longtemps sans arriver au repos, faculté qu'il partage avec les zoospores.

Dans l'une des préparations soumises à l'examen microscopique se trouvait un oogone incomplétement ouvert, probablement par suite d'un accident si fréquent dans ces végétaux délicats (fig. 10) ; la gonosphérie était en bon état; cinq anthérozoïdes étaient fixés sur l'oogone, et pendant six heures un quart que je les observai, ils tentèrent de pénétrer dans l'intérieur sans pouvoir y réussir : leur vitalité est donc très-grande (1). Les uns demeurent presque immobiles et remuent à peine; d'autres sont plus actifs et se déplacent rapidement (fig. 11-17 et 18-21). Quelques-uns même, plus ou moins agiles sur l'oogone, peuvent s'en détacher brusquement et se mettre à nager dans le liquide.

Fécondation : formation de l'oospore. — La fécondation s'opère par la pénétration d'un anthérozoïde par l'ouverture largement béante de l'oogone.

J'ai constaté sur le *Monoblepharis sphærica* les divers phénomènes qui viennent d'être décrits. J'ai observé plusieurs fois la sortie des anthérozoïdes et leur mouvement à la surface de l'oogone (fig. 5), mais sans voir la pénétration directe. L'existence d'une oospore située dans l'intérieur de l'oogone, la position constante des anthéridies, placées d'une façon invariable, et la présence des anthérozoïdes montrent clairement comment la fécondation doit avoir lieu. Il y a là une analogie extrême avec ce qui se passe chez les *Œdogonium* monoïques ; malgré ces indications, je n'ai pas vu toutes les phases de la fécondation. Si j'avais eu la plante en bon état pour longtemps et le loisir de l'étudier, j'aurais pu la suivre ; mais j'étais gêné par le temps et la petite quantité de matériaux d'étude; il y avait en présence deux espèces, dont l'une rappelait plusieurs genres d'Algues connues, et dont l'autre, au contraire, s'éloignait notablement de ce

(1) Je n'ai vu ni le commencement ni la fin du mouvement; la préparation se dessécha pendant une interruption. La durée possible de ce mouvement est donc encore supérieure à celle qui est donnée ici.

qu'on est habitué à voir; elles se trouvaient ensemble : celle qui semblait la moins intéressante fut donc sacrifiée pour l'autre. Cet exemple montre les difficultés que présente l'étude des Saprolégniées. La culture de ces espèces est très-incertaine et réussit incomplétement; on a donc un double obstacle à surmonter, celui qui provient de l'observation et celui qui provient de la conservation incertaine du sujet. On doit donc se restreindre strictement à la partie la plus importante.

Cependant les observations ne firent pas complétement défaut. La gonosphérie, après avoir quitté les parois latérales de l'oogone, devient sphérique, et se tient au centre de la cavité: elle est munie d'une membrane mince et lisse au début. Il ne reste plus aucune trace des anthérozoïdes, qui, au nombre de deux ou trois, placés à la partie supérieure de l'oogone, y rampaient lentement, non loin de l'ouverture. Ce qui n'a pas été vu, c'est l'instant précis où la gonosphérie se détache des parois en perdant sa forme aplatie et devient sphérique. Il est facile, du reste, de combler cette lacune par la pensée, surtout après l'examen du *Mnoblepharis polymorpha.*

Chez cette dernière espèce, l'oospore *est extérieure à l'oogone* et y est cependant adhérente. Ce fut une des premières Saprolégniées lignicoles que je récoltai; elle avait depuis longtemps accompli sa végétation, il n'en restait que des lambeaux, et je ne compris pas d'abord la signification de cette oospore extérieure; ce ne fut que plus tard, après avoir rencontré le *Monoblepharis sphærica,* que je m'en rendis compte. Mais comment cette oospore sort-elle de l'oogone? C'est ce que je tâchai de voir et d'observer de préférence à tout le reste.

Chez le *M. polymorpha*, la fécondation a pu être suivie; elle y présente des phénomènes spéciaux.

La gonosphérie y forme ce gros globule aplati dont nous avons parlé plus haut, et qui remplit incomplétement l'oogone; la partie antérieure est, comme dans les *Œdogonium* (1), plus claire et non granuleuse. Les anthérozoïdes rampent à la surface de l'oo-

(1) Fig. 10 *k*, fig. 22 *k*. C'est la tache germinative (*Keimfleck*). Les gonosphéries des autres Saprolégniées n'en présentent pas.

gone, et l'un deux arrive enfin à rencontrer l'ouverture (fig. 23). La matière qui le constitue s'épanche comme un corps visqueux sur la surface de la gonosphérie. On lui voit prendre la série des formes indiquées dans les figures 23-27 et dessinées pendant cet instant. L'abouchement et la fusion durent deux minutes en tout. Il demeure quelque temps distinct de la gonosphérie ; le cil visible et roide restant en arrière. Mais il disparaît deux minutes après environ, soit qu'il se réunisse à la masse, soit qu'il se dissolve dans le mucus de la partie antérieure de la gonosphérie.

La gonosphérie alors, par un mouvement lent, se renfonce dans l'oogone jusqu'à la base et y demeure environ cinq minutes : elle s'applique sur la cloison basilaire sans en remplir cependant très-exactement les angles.

Après ce laps de temps, la gonosphérie se détache du fond en commençant par les angles (fig. 28) et s'épanche lentement au dehors. On peut suivre aisément la marche des globules qui sortent par l'ouverture, d'un mouvement continu, avec le plasma qui les environne (1). Cette sortie dure en tout huit minutes; l'épanchement du plasma arrivé à l'ouverture en dure environ cinq (fig. 28-31).

A quoi sont dus ces mouvements ? L'endosmose seule est impuissante à expliquer l'un et l'autre ; il y a donc ici une cause en dehors des raisons purement physiques.

La sortie n'a lieu qu'après la fécondation, je m'en suis bien rendu compte. Dans un grand nombre de cas j'ai rencontré des oogones où la gonosphérie, prête à être fécondée et en bon état, ne subissait l'action d'aucun anthérozoïde, soit qu'il n'y en eût pas dans la préparation, soit qu'ils ne se fussent pas fixés sur l'oogone, et, même après plusieurs heures, la gonosphérie ne s'échappait pas. Au contraire, je vis plusieurs fois des anthéridies émettre sous mes yeux leurs anthérozoïdes, la fécondation avoir lieu, et la gonosphérie sortir au dehors dans l'espace de moins d'une heure.

(1) Dans les figures de la planche 2, les globules ne sont pas représentés, parce que leur position exacte n'a pu être dessinée pendant ce mouvement.

Je dois cependant dire que ce mouvement du plasma en arrière dans l'oogone ne se montra pas toujours ; mais je le tiens cependant pour le cas normal, car il m'est apparu dans des circonstances de santé de la plante et d'observation les plus favorables.

La gonosphérie fécondée a quitté l'oogone sans y laisser un seul globule ; elle est située à l'ouverture (fig. 31), le contour en est parfaitement sphérique ; mais elle ne flotte pas dans le liquide, et demeure encore adhérente aux bords de l'orifice. Elle n'est, du reste, munie d'aucune enveloppe, cela est mis hors de doute par la façon dont elle vient de s'épancher. Après un quart d'heure les contours sont plus nets et semblent indiquer déjà la formation d'une membrane (1).

Les globules, qui primitivement à la sortie sont disséminés, se rassemblent au centre et prennent un aspect plus nettement délimité. D'autre part, le plasma qui les entoure devient plus aqueux et plus clair.

La membrane de l'oospore est mince, lisse et incolore, dans les premiers instants, lorsqu'elle est très-jeune ; au bout de quelque temps elle change tout à fait d'aspect. Comme, dans les deux espèces, la constitution est identique et le développement est le même, ce qui va suivre s'applique aux deux.

Plus tard cette membrane se couvre d'ornements qui méritent une mention spéciale, parce que, là encore, le genre *Monoblepharis* s'éloigne de tous les genres de la famille. La paroi de l'oospore (fig. 6), même après un fort long temps, lorsque cette dernière flotte dans l'eau après avoir quitté l'oogone, c'est-à-dire à l'époque de la maturité parfaite, ne peut se dédoubler, comme cela a lieu chez les Péronosporées, et particulièrement les *Cystopus* (2), qui présentent aussi des ornements ; ainsi on ne voit pas d'endospore bien distincte de l'épispore. La membrane, qui semble simple et qui est probablement double, se

(1) Le nombre des préparations sur lequel ces faits furent observés fut assez restreint ; je n'ai pas voulu les perdre en les traitant par un réactif, pour démontrer un fait sur lequel on a déjà beaucoup de données. Il suffira de citer les exemples analogues de production de membrane dans la fécondation des Fucacées, *Vaucheria*, Œdogoniées, etc.

(2) Voyez de Bary, *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, 1863, t. XX, pl. 2, fig. 6.

couvre en vieillissant, à sa partie externe, de verrues très-petites et hémisphériques, en même temps qu'elle se fonce en couleur et prend une teinte brune. Ces verrues sont transparentes et réfringentes, et semblent participer à cette couleur brune; mais quand on ne s'en tient pas à un examen superficiel et qu'on les examine soigneusement en changeant le point et faisant mouvoir la vis du microscope, on remarque qu'elles sont incolores et que l'illusion provient d'un phénomène de réflexion totale à leur intérieur.

Le centre de l'oospore est rempli de granules oléagineux jaunâtres, tous égaux, pressés les uns contre les autres, et dont la masse est notablement distante des parois. La germination de ces oospores n'a pas été observée.

Si l'on cherche par l'action des réactifs chimiques à se rendre compte de la nature des parois, voici ce que montre le chloroiodure de zinc. La coloration de la membrane par ce réactif n'a lieu qu'à la longue et après plusieurs heures : la teinte est violet pâle et indique la présence de la cellulose; mais à aucun instant les ornements de la surface ne se colorent: ils demeurent entièrement hyalins, et se voient mieux encore quand l'oospore a été écrasée. La coloration de la membrane de l'oospore est assez intense en comparaison de celle que prennent les oogones, qui ne se colorent que très-faiblement; quant aux filaments, leur teinte est à peu près insensible, ainsi qu'il a été dit plus haut (page 16).

Le diamètre de l'oospore varie de $0^{mm},016$ à $0^{mm},027$ environ, dans le rapport de 3 à 5; il est en général un peu plus faible chez le *M. polymorpha* que chez l'autre espèce. La teinte varie beaucoup aussi, mais dans les limites que l'on conçoit, depuis l'état jeune, où elle est incolore, jusqu'a la maturité; elle offre alors une teinte d'un brun rougeâtre. Dans les deux espèces les oospores sont tellement semblables, qu'on ne peut les distinguer les unes des autres (1).

(1) La planche 2 ne donne pas une idée des formes variées du *M. polymorpha*; de nouvelles figures seront données ultérieurement : l'oogone de la figure 22 était intercalaire ; la portion de filament qui lui était adhérente s'est détachée.

Cette similitude extrême des oospores, l'identité absolue des organes de la végétation et de la reproduction par zoospores, ne permettent pas de songer un seul instant à séparer deux espèces aussi voisines et de les placer dans deux genres distincts ; et cependant, à ne considérer que le mode de formation de l'oospore, on trouverait entre elles des différences considérables et presque génériques. Quoiqu'on puisse donner à cette idée des développements qui la rendraient plus saisissante, il est inutile d'y insister : il est bon d'ailleurs de noter que certains cas tératologiques montrent d'une façon irréfragable le lien qui unit ces deux espèces.

Dans certains cas, en effet, la gonosphérie du *Monoblepharis polymorpha*, ne pouvant s'échapper de l'oogone, s'y entoure directement d'une membrane, imitant en cela le *M. sphærica;* mais la cavité de l'oogone étant trop petite pour la contenir à l'état sphérique, la spore se moule sur les parois ; d'autres fois elle ne s'échappe que partiellement (1). La portion adhérente aux parois ne se couvre pas alors de verrues réfringentes.

Enfin on observe, quoique beaucoup plus rarement, un fait caractéristique, et qui est fort remarquable : la gonosphérie du *M. sphærica* sort quelquefois en partie de l'oogone comme dans l'autre espèce ; je ne l'ai observé qu'une seule fois. Il y a donc passage réel d'une espèce à l'autre par les cas tératologiques qui viennent d'être cités.

Or, on peut de ces faits tirer une conclusion particulière au groupe dont nous nous occupons, et qui pourra avoir son importance générale. Le mode de reproduction asexuée est très-constant le plus souvent et caractérise le genre ; le second mode de reproduction caractérise l'espèce. Nous en voyons un exemple très-net chez les *Saprolegnia*, les *Achlya* et les *Aphanomyces ;* chez les *Pythium*, au contraire, il y a, comme chez les *Monoblepharis*, une variation considérable dans la forme des sporanges et même dans le mode d'émission des zoospores. Chez ces derniers, le se-

(1) Dans un oogone, j'ai rencontré deux petites oospores provenant évidemment de a division de la gonosphérie unique, séparée accidentellement en deux parties.

cond mode de reproduction présente aussi des différences assez importantes. La conséquence générale, c'est que, même pour un groupe très-circonscrit, il ne peut y avoir une caractéristique certaine, un criterium parfait pour le genre, puisque, dans des plantes si voisines, les propriétés constantes chez les unes deviennent variables chez les autres, et réciproquement.

Maintenant que l'existence de véritables anthérozoïdes est démontrée et hors de doute dans les Saprolégniées, on voit que M. Pringsheim avait méconnu, comme il a été dit page 58, la véritable analogie de cette famille avec celle des Œdogoniées. — Les caractères communs ne se rencontrent que dans le genre *Monoblepharis*. On y trouve en effet des anthérozoïdes semblables aux zoospores, présentant le même mode de sortie hors de l'anthéridie, et fécondant un oogone à large ouverture contenant une gonosphérie unique. — La ressemblance est la même avec les Coléochétées. Il n'y a pas, parmi les Algues, de groupes qui se rapprochent autant des *Monoblepharis* que ces deux-ci. Les analogies sont cependant toutes générales et les différences sont assez sensibles pour qu'on n'y insiste pas.

Quant à l'oospore externe, elle rappelle de loin les oospores libres des *Fucus*, du *Pandorina*, et du *Gonatozygon*, cette singulière Desmidiée chez laquelle la fusion du contenu des cellules accouplées s'accomplit dans le liquide extérieur.

Saprolegnia et *Achlya* dépourvus de branches latérales (1).

Revenons maintenant aux *Saprolegnia* et *Achlya* dépourvus de branches latérales, chez lesquels bien des observateurs n'ont trouvé aucune de ces formations parasites prises à tort par M. Pringsheim pour des anthéridies. Ces observateurs, dont les noms sont faits pour inspirer de la confiance, sont MM. Thuret, de Bary, et M. Pringsheim lui-même. J'ai plusieurs fois observé le *Saprolegnia ferax* muni d'oogones avec spores immobiles, et,

(1) On a vu plus haut que les deux espèces dans ce cas sont les *S. ferax* (Gruith.) et l'*A. prolifera* Nees (*A. dioica* Pringsh.). Je n'ai rencontré que la première.

quoique je fusse désireux de rencontrer les organes mâles, je ne trouvai jamais que des sporanges. Mais après ce qui vient d'être dit des *Monoblepharis*, on est conduit à se demander si tous les sporanges sont bien identiques et si quelques-uns, comme dans le genre précédent, ne seraient pas des anthéridies, et les spores agiles contenues dans leur intérieur, des anthérozoïdes. Cette supposition n'a rien de déraisonnable, puisqu'elle s'appuie sur l'analogie avec d'autres espèces et sur l'absence d'autres organes mâles.

Le lecteur peut s'étonner que les observateurs n'aient pas découvert une chose si simple, ou ne l'aient pas encore vérifiée, s'ils en ont eu l'idée. Il suffira de répondre que nous retombons encore ici dans des difficultés assez considérables, qu'il n'est pas toujours possible de surmonter toutes.

Il est assez aisé d'obtenir pure une espèce de *Saprolegnia* quelconque et de la mener jusqu'à la fructification oogoniale; mais il est rare de l'obtenir en très-bel état et se prêtant commodément à l'observation. Il faut pouvoir la cultiver sur le porte-objet et ne pas examiner des touffes arrachées ou brisées, car dans les études délicates que réclame la fécondation, la libre évolution des organes intervient pour beaucoup; de plus, les filaments sont fréquemment couverts d'infusoires qui fatiguent et tuent la plante. Dans le genre qui nous occupe, les zoospores ordinaires, dont le mouvement dure si peu, s'arrêtent en un endroit quelconque, encombrent la préparation et la rendent moins claire.

Il serait, en outre, assez difficile de distinguer, comme chez les *Monoblepharis*, les sporanges des anthéridies, puisqu'ils sont mêlés : leur taille est probablement différente, mais il y a des sporanges de toute taille. Ce qui déroute surtout, c'est que les anthéridies ne sont pas à une place déterminée, dans une espèce au moins : elles sont irrégulièrement disposées chez le *M. polymorpha*, parfois très-loin des oogones et sont semblables aux sporanges ; mais chez le *M. sphærica*, dont l'analogie avec l'autre est si grande, leur existence et leur rôle sont hors de doute, leur position les fait reconnaître même par un observateur superficiel.

Une autre difficulté provient de ce que l'oogone est muni d'un grand nombre de perforations et non d'une seule : chez les *Vaucheria* et les *Œdogonium*, on n'a à surveiller qu'un orifice unique largement ouvert : ici il y en a plusieurs; les anthérozoïdes peuvent pénétrer par un nombre considérable d'ouvertures, sans qu'on puisse les apercevoir; tandis que chez les Algues précédentes et les *Monoblepharis* tout ce qui se passe à l'orifice est visible. C'est à ces causes réunies qu'il faut attribuer l'état peu avancé de nos connaissances sur ce sujet. — Quoique cela n'ait pas été prouvé directement, il me semble établi par analogie, que la fécondation doit avoir lieu dans les espèces dénuées de branches latérales, par des anthérozoïdes semblables aux zoospores ordinaires et naissant dans des anthéridies faciles à confondre avec les sporanges.

Il pourra sembler singulier à quelques personnes que dans plusieurs espèces il y ait fécondation sans anthérozoïdes, mais par conjugaison, comme cela a été montré plus haut, et que, dans d'autres du *même genre*, il y ait au contraire fécondation par anthérozoïdes. Mais on ne doit pas s'arrêter à une objection pareille. Il est tout aussi étonnant (qu'on admette ou non l'existence des anthérozoïdes semblables aux zoospores) que, dans certains cas, il y ait des branches latérales et qu'il n'y en ait pas dans d'autres, parmi les espèces d'un seul et même genre. On pourrait comparer ce fait, dans un ordre d'idées tout différent, avec celui qui se présente chez les *Peronospora*. Dans le même genre, des spores de même forme et de même apparence, nées de la même façon et d'un développement identique, sont, les unes des sporanges, et d'autres de simples acrospores; les unes émettant par germination des corps agiles, et les autres un filament-germe (1). L'analogie est assez étroite avec ce qui vient d'être dit et peut se soutenir : chez nos Saprolégniées, certains filaments sont terminés par des cellules donnant des corps agiles (anthérozoïdes), d'autres par des cellules donnant

(1) Les conidies de la même espèce peuvent, dans certains cas, donner naissance soit à des zoospores, soit à un filament-germe. (De Bary, *Développement des Champ. par.*, p. 42, pl. 5, fig. 4.)

un filament (anthéridies des branches latérales), sans que ces cellules terminales se détachent du filament qui les porte. Cela revient à dire que, dans un même genre, l'élément plasmatique destiné à la fécondation (élément mâle), comme l'élément plasmatique destiné à la reproduction asexuée (zoospores), peut être ou non doué de mouvement.

C'est une preuve du peu d'importance de l'appareil de propulsion et de la valeur très-grande au contraire de la partie plasmatique (1) ; ce qui confirme les opinions généralement admises en France.

Il est possible et il est à souhaiter qu'on trouve une espèce qui rende plus faciles et moins incertaines que chez le *S. ferax* la recherche et l'observation des corps mâles : c'est une question d'un grand intérêt qui se pose ici, et il serait à désirer qu'elle excitât l'émulation des botanistes.

DES OOSPORES.

Description des oospores.

L'action de l'organe mâle sur l'organe femelle détermine la production d'une membrane autour des gonosphéries et les transforme en des spores sphériques immobiles ou *oospores*. De quelque façon qu'ait lieu le mélange des deux substances, l'une contenue dans l'oogone, l'autre dans la gonosphérie, le résultat est le même.

Cette spore est sphérique et présente dans tous les genres une structure presque identique. La membrane de la spore est composée de deux parties, l'une externe et dure, l'*épispore*, qui crève lors de la germination et laisse l'interne, ou l'*endospore*, faire

(1) Dans un mémoire récent sur la reproduction des Fougères, M. Strasbuerger prétend, contrairement à l'opinion de M. Roze, que l'acte fécondateur est accompli non pas par le globule plastique de l'anthérozoïde, mais par la partie ciliaire : c'est l'opinion soutenue auparavant par M. Hanstein et généralement admise en Allemagne. Ce qui vient d'être dit ici est formellement en contradiction avec les idées de ces savants, qui voudraient attribuer une importance trop grande à des organes aussi variables. (Strasbuerger, *Mém. de l'Acad. impér. des sc. de Saint-Pétersbourg*, 7e série, 1868, t. XII, n° 3, trad. *Ann. des sc. nat.*, Bot., 5e série, t. IX, p. 241. — Voyez la réponse de M. Roze, *Bull. Soc. bot. de France*, t. XIX, séance du 9 février 1872.)

hernie au dehors. Le contenu est formé de deux parties en général; un ou plusieurs globules oléagineux occupent le centre et sont plongés dans un plasma granuleux et plus sombre.

Décrivons d'abord plus exactement les oospores de l'un des genres, et nous verrons après en quoi diffèrent celles des autres genres.

Elles sont identiques dans les *Saprolegnia*, *Achlya* et *Aphanomyces*. L'épispore y est très-faiblement colorée, assez mince et complétement lisse; le contour est exactement circulaire. L'endospore est plus pâle, un peu trouble, d'apparence plasmatique et n'est visible que sur les oospores mûres.

Il n'y a entre les deux, quoi qu'en dise M. Pringsheim (1), aucune membrane intermédiaire ou aucune partie plasmatique; je n'ai du moins rien pu voir de semblable. Quand on traite, soit par l'acide sulfurique et l'iode, soit par le chloroiodure de zinc, une oospore mûre, on colore en bleu la partie externe et la partie interne de la double membrane; l'intermédiaire, qui est très-probablement la partie interne de l'*épispore*, se colore plus faiblement. Si le réactif possède une teinte jaune, elle se colore un peu en jaune; si au contraire on emploie du chloroiodure de zinc récemment préparé (par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'iodure de zinc) et presque incolore, elle ne se colore nullement en jaune comme les matières plastiques, mais seulement en bleu pâle. — Pour que l'épispore et l'endospore se séparent nettement, il faut attendre assez longtemps après la fécondation.

Le contenu est composé d'un globule oléagineux central, qui remplit presque toute la cavité : il est en général coloré en jaune ou en brun pâle. Le plasma qui l'environne est formé, soit de globules extrêmement petits, soit de globules plus gros (de telle sorte qu'il y en ait de 8 à 10 dans un quart de cercle), rangés avec une régularité parfaite : cela semble tenir aux espèces et aussi à l'âge de la plante. Il y en a une, deux ou trois assises suivant les cas.— L'*Achlya racemosa* Hild. présente quelquefois ce

(1) *Entwick.*, p. 424.

fait; il en est de même du *Saprolegnia spiralis*. — Il semble même que cela ne se montre que dans des oospores très-âgées.

Parfois le globule oléagineux n'apparaît pas, quoiqu'il soit assez constant, mais il n'est pas, comme le croirait M. Leitgeb (voy. p. 67), un indice de la mort de l'oospore.

Les granules et les globules constitués par une matière oléagineuse colorée en brun, communiquent à l'oospore une teinte brune très-appréciable. Cette teinte, du reste, tient uniquement à une absorption de lumière, car directement, c'est-à-dire par lumière réfléchie, et non par lumière transmise, elles sont parfaitement blanches. — On peut s'en convaincre en retournant le miroir du microscope, et n'observant qu'avec la lumière qui tombe directement, ou en les regardant avec une forte loupe.

Cependant dans certaines espèces, *Saprolegnia monoica*, *Dictyuchus monosporus*, *Apodya brachynema*, les *Rhipidium*, quelques *Pythium*, les globules sont entièrement incolores et les oospores sont d'une blancheur éclatante ; l'*Achlya leucosperma* tire de là son nom (voy. p. 24).

C'est à tort, à mon avis, que M. Pringsheim dit avoir trouvé de l'amidon dans l'intérieur des oospores de ces Champignons aquatiques; je n'en ai jamais rencontré.

Les oospores des *Pythium* et *Myzocytium* sont constituées de même, à une légère différence près; avec l'âge, la paroi se colore faiblement en rose, et acquiert une épaisseur qui atteint jusqu'à la moitié du rayon. Elle se charge en même temps de quelques aspérités. Un grand nombre de très-petites cavités hémisphériques produisent par leur ensemble des crêtes spéciales, qu'on ne retrouve que dans ces deux genres, et qui pourraient presque les caractériser. — Mais cela ne se présente qu'à la maturité : dans la jeunesse, la paroi est incolore, lisse et mince.

Cela se rencontre dans ces deux genres seulement qui offrent une membrane épaisse; rien de pareil ne s'observe chez les *Saprolegnia* ou les *Achlya*. M. Reinke se trompe, quand il représente des perforations dans la paroi des oospores du *S. monoica* (voy. plus haut, p. 51).

Les Péronosporées présentent une différence beaucoup plus considérable. L'épispore, assez peu épaisse, mais colorée fortement, est très-résistante. Elle recouvre des crêtes de forme très-diverse, variant quelquefois même beaucoup dans une même espèce. L'endospore est au contraire beaucoup plus épaisse, complétement incolore et formée de cellulose.

M. de Bary dit, à propos des *Cystopus :* « que la surface de l'épispore est presque toujours munie de verrues brunâtres, que ces verrues sont composées de cellulose, colorée en bleu foncé par les réactifs, tandis que la membrane qui les porte conserve sa couleur primitive » (1).

Ceci est une apparence et n'a pas lieu en réalité ; on peut s'en convaincre aisément en étudiant les oospores du *Cystopus Bliti*. Là, les crêtes sont très-nettes ; la plante a de plus un avantage, c'est de se prêter merveilleusement à l'étude. Les tiges de l'*Amarantus Blitum* attaquées par ce *Cystopus* éclatent souvent : le tissu interne est presque exclusivement rempli d'oospores du parasite ; mis à nu, il se résout en une poussière grise, et, en la délayant avec de la gomme, on obtient une substance à l'aide de laquelle on peut faire aisément d'excellentes coupes de ces oospores, et dont on peut avoir un nombre illimité. On remarque que l'endospore est fort épaisse, formée de couches concentriques, qui se colorent d'une façon intense sous l'action du chloroiodure de zinc, tandis que les espaces intermédiaires restent presque incolores. Ces couches sont au nombre de deux ou trois. La supérieure se moule exactement dans les crêtes de l'épispore et se colore fortement en bleu violacé. L'épispore au contraire, brune et encroûtée, ne se colore pas. En regardant une coupe tangentielle, comme M. de Bary en représente, on aperçoit, dans la rainure formée par la membrane même des crêtes, la portion de cellulose que la lame du rasoir a détachée et qui a bleui sous l'action du réactif.

Il est bon, pour bien voir cette particularité, d'avoir recours

(1) *Développement des Champignons parasites* (*Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, t. XX, p. 18). Il représente, pl. 2, fig. 19, et pl. 3, fig. 14, l'épispore bleuie.

non pas aux oospores dont la paroi est chargée de verrues, mais à celles qui présentent des crêtes grêles, comme le *Cystopus Portulacæ :* c'est du reste l'une des espèces sur lesquelles M. de Bary a opéré.

En faisant une coupe *très-mince*, voici ce qu'on remarque : sous la membrane de l'épispore colorée en brun et *qui ne se colore pas en violet*, on trouve la portion de membrane de l'endospore exactement moulée, détachée par le rasoir et colorée en violet par le réactif ; la coupe de la crête donne donc au centre une ligne épaisse, violette, et, de chaque côté, une ligne jaune. C'est l'inverse de ce que M. de Bary a figuré (*loc. cit.*, pl. 3, fig. 14).

Je maintiens cependant mon affirmation contre la sienne : je soutiens que l'épispore ne se colore pas, et que la partie qui bleuit appartient à l'endospore. Il dit, du reste (page 18), qu'il omet la description plus détaillée de la structure de l'oospore, qui l'éloignerait trop du but de son mémoire.

Dans le genre *Rhipidium*, la membrane de l'oospore est munie de crêtes ; elle présente un contour interne sphérique et est très-épaisse, mais on ne peut l'assimiler à celle des Péronosporées : elle est incolore et devient entièrement violette sous l'action du chloroiodure. L'origine des crêtes est, du reste, complétement différente (voy. p. 103).

Dans le genre *Monoblepharis*, la paroi est brune et chargée de verrues hémisphériques incolores. Le centre est rempli de granules oléagineux, tous égaux et jaunâtres, qui se tiennent groupés à quelque distance des parois. La membrane est probablement double, mais il est difficile de la séparer en deux. La difficulté provient sans doute de la présence de ces verrues incolores et réfringentes. Cette membrane est à peu près la seule partie des *Monoblepharis* qui se colore en violet sous l'action des réactifs ; et encore cette couleur est-elle faible. — Les verrues ne participent pas à la coloration.

Variation du contenu et développement de l'oospore.

Le contenu de l'oospore, dès la formation de la membrane, n'est pas identique avec ce qu'il sera plus tard : il est d'abord homogène comme celui de la gonosphérie. Dans les *Saprolegnia* et les *Achlya*, on y voit d'abord apparaître une vacuole sphérique ou ellipsoïdale, qui montre que les granules (ou les globules, quand la matière oléagineuse est groupée par masses plus grosses) sont appliqués à la périphérie (1).

Cette vacuole finit par être remplacée par un gros globule oléagineux, et les petits granules par des globules tous égaux entre eux. — Cette dernière transformation n'a lieu qu'assez tard.

Chez les autres espèces, la transformation a lieu sans vacuole, du moins je n'en ai jamais vu.

Pendant ce temps, la paroi des oospores s'accroît en épaisseur, mais l'observation du mode d'accroissement présente des difficultés assez graves ; il est en effet peu commode à étudier, et cela tient à plusieurs raisons. D'abord les oospores possèdent des parois peu épaisses, surtout chez les espèces à oogones polyspores ; de plus, elles ont un faible diamètre ; enfin, toutes les plantes se prêtent mal à une longue culture sur le porte-objet, et le développement complet exige beaucoup de temps. Il ressort de là qu'on ne peut faire d'observations que sur un nombre restreint de genres, et qu'il est impossible d'observer l'accroissement du même oogone.

Il sera utile de choisir les spores chez lesquelles la paroi devienne épaisse et les nouvelles formations puissent s'observer aisément : nous raisonnerons par analogie pour les espèces sur lesquelles l'observation directe est impossible.

Si l'on observe à divers états les oospores des *Monoblepharis*, on constate qu'elles sont, aussitôt après la fécondation, minces

(1) Cette vacuole centrale, formée d'un liquide clair, représente peut-être la tache germinative (*Keimfleck*) ; elle serait interne, le mélange des deux plasma ayant lieu par la partie interne. Elle est invisible pendant la fécondation : cela peut tenir à l'opacité du plasma périphérique à ce moment.

et entièrement lisses (pl. 2, fig. 32); plus tard leur membrane se charge de verrues transparentes en même temps qu'elle s'épaissit (fig. 6). La teinte jaunâtre se montre vers la même époque. Il y a donc certainement accroissement par la partie extérieure; la présence des verrues en est une preuve. Comme l'oospore est située, soit dans une cellule largement ouverte, soit à l'extérieur de toute cellule, il faut admettre que cet accroissement provient du plasma de la spore. — On peut remarquer que dans le cas des spores échinées des Algues, *Sphæroplea annulina*, *Œdogonium echinospermum*, Desmidiées ou des Champignons, *Syzygites*, etc., la membrane est d'abord lisse et se couvre ultérieurement d'ornements dus au plasma de la spore et non au plasma extérieur, puisqu'il n'y en a pas autour de ces spores nues ou situées dans des cellules ouvertes.

Chez les Péronosporées, *Cystopus* et *Peronospora*, la membrane est aussi d'abord mince et lisse, et le contour parfaitement régulier. Plus tard la paroi devient épaisse et brune. Elle est composée alors d'une épispore mince et d'une endospore épaisse. — Si l'on étudie des organes plus ou moins âgés, on arrive aisément à se convaincre que si le diamètre extérieur de l'oospore augmente avec l'âge, le diamètre intérieur diminue, de sorte que la membrane s'accroît en épaisseur dans les deux sens, centrifuge et centripète. Cela est très-net sur les *Cystopus*, le *C. candidus*, par exemple.

Ainsi, tandis que la partie extérieure se recouvre d'une membrane brune et résistante, la partie interne se double d'une membrane cellulosique incolore et molle: l'accroissement a donc lieu dans les deux sens, à l'aide de productions différentes.

Aux dépens de quels éléments est formée la membrane brune et résistante, qui constitue l'épispore? — M. de Bary dit brièvement (1) : « L'épispore est formée aux dépens du plasma périphérique; celui-ci disparaît à mesure que l'épispore atteint sa perfection, et finalement il ne reste qu'une quantité de granules suspendus dans un liquide aqueux et transparent. » Ailleurs il

(1) De Bary. *Développ. des Champ.*, p. 18.

est plus explicite (1) : « Ce tégument externe se forme aux dépens du plasma périphérique de l'oogone, lequel *se précipite* peu à peu sur l'oospore et prend de la consistance. » Il ne signale pas la diminution de la cavité intérieure, qui est le phénomène le plus saillant dans l'accroissement de l'oospore ; l'augmentation de diamètre étant certaine, mais notablement moins évidente. Quant à l'opinion que le plasma extérieur produit l'épispore, il ne l'étaye d'aucune raison. — N'est-il pas plus logique et plus conforme à ce qui se passe dans les autres cas, d'admettre que la spore, formée aux dépens d'une partie du plasma cellulaire, se nourrit ensuite aux dépens du reste qu'elle absorbe ? Si ce plasma extérieur a la propriété de se déposer en couche membraneuse, sans être élaboré au préalable, pourquoi ne se dépose-t-il pas aussi sur les parois de l'oogone ? — Si au contraire, ce qui est le plus semblable à ce qu'on voit d'ordinaire, il a besoin d'être élaboré, il devra d'abord être absorbé par la spore, et servira ensuite à la formation extérieure, comme à la formation intérieure. Ceci touche de très-près à la théorie des accroissements cellulaires sur laquelle il a été tant discuté, et il est extrêmement probable, d'après les cas cités plus haut, que l'accroissement a lieu dans les oogones fermés, de même que dans les oogones ouverts, par une sécrétion du plasma interne de la spore.

Quant à l'accroissement par la partie interne, il peut être prouvé d'une façon irréfragable dans le genre *Rhipidium*.

Les *Rh. continuum* et *interruptum* présentent de grosses spores blanches munies de crêtes très-saillantes. La gonosphérie est formée d'un grand nombre de globules oléagineux blancs, qui se disposent d'une façon irrégulière et un peu en étoile. Elle s'entoure d'une membrane, après la fécondation par des branches latérales, et l'oospore nouvellement formée est munie d'une membrane qui suit les contours de la gonosphérie. Elle *naît* donc étoilée. Plus tard, en vieillissant, le contour interne devient

(1) De Bary, *Morph. und Phys. der Pilze*, p. 159. — *Ann. sc. nat.*, Bot., 5ᵉ série, 1866, t. V, p. 349.

circulaire, l'externe conservant le même aspect. Il y a donc accroissement par la partie interne, et d'une façon assez notable d'ailleurs, car la paroi finit par acquérir une épaisseur égale à la moitié du rayon de la spore. Dans ce cas, comme dans le précédent, le plasma périphérique finit par disparaître.

Dans les divers exemples cités, l'un des accroissements est très-évident, tandis que l'autre l'est beaucoup moins. Les Péronosporées seules les montrent simultanément assez bien. On peut donc dire, car cela semble bien prouvé, que la membrane de la spore s'accroît par l'extérieur, comme par l'intérieur, aux dépens du plasma interne, en épispore et en endospore. Ceci rend compte au moins de tous les faits observés jusqu'ici.

Germination des oospores.

M. Pringsheim est le premier qui ait obtenu cette germination, et qui ait ainsi prouvé d'une façon certaine que ces spores appartiennent bien réellement à la plante qui porte déjà les sporanges. Il dit en effet (1) qu'avant cette époque, il avait été tenté de considérer la forme à spores agiles et la forme à spores immobiles comme deux espèces distinctes.

Il trouva que, longtemps après leur maturité, ces spores, placées en contact avec des matières animales, des pattes de Mouche, par exemple, peuvent émettre un long tube plus ou moins ramifié. Dans certains cas, l'extrémité se renfle en massue et donne des spores agiles. Dans l'eau pure, les oospores semblent se préparer à germer, mais elles ne germent pas, même après un intervalle très-long (cinq à six mois). La plante de M. Pringsheim était le *Saprolegnia ferax*, qu'il appelait *Achlya prolifera*, selon l'erreur commune alors à presque tous les botanistes.

M. Cienkowski (2) obtint la germination des spores immobiles, soit après dessiccation, soit après un long séjour dans l'eau. Il donne peu de détails, du reste, sur la manière dont il a opéré. les vit, ou bien émettre un tube plus ou moins long, dont l'ex-

(1) *Entwick.* Achlya prolifera, p. 419.
(2) *Bot. Zeitung*, 1855, p. 801.

trémité se renflait en sporange, ou se transformer directement elles-mêmes en sporanges. La plante de M. Cienkowski est le *Saprolegnia ferax*.

M. Pringsheim (1) dit que les spores immobiles des *Saprolegnia*, *Achlya* et *Pythium* germent longtemps après qu'elles ont pris naissance, en émettant des filaments semblables à ceux de la plante-mère. En parlant des observations de M. Cienkowski, il ajoute : « Il a en même temps indiqué que leur contenu peut aussi se transformer directement en zoospores, *fait que j'avais déjà signalé ;* la même chose a lieu pour le *Pythium monospermum*. »

Il faut ajouter que l'illustre professeur l'avait signalé, il est vrai, mais d'une façon très-vague, et considérait ce fait comme accidentel, tandis qu'il a lieu normalement. « Une seule fois (2) je vis que le contenu d'une spore immobile s'était changé en plusieurs petites cellules claires, de chacune desquelles un filament court et grêle s'échappait. Je rencontrai ces petites cellules plusieurs fois après autour des spores immobiles, non modifiées, dans un sporange sphérique (pl. 47, fig. 17); elles doivent s'être constituées aux dépens de quelques spores immobiles. Ce sont des cellules claires, plus ou moins ovales, semblables aux spores immobiles, mais plus petites. Elles sont *immobiles*, et il semble, comme cela ressort de la formation du filament, qu'elles peuvent quelquefois reproduire l'*Achlya*. Ce sont vraisemblablement les corps que Nægeli croit avoir vus (3). »

Il revient sur ce fait (4) à propos d'organismes parasites des *Spirogyra :* il affirme que les spores immobiles se changent en

(1) *Jahrb. f. wiss. Bot.*, t. I, p. 301. — *Ann. sc. nat.*, 4e série, 1859, t. XI, p. 367.

(2) *Entwick. d.* Achlya prolifera, p. 427.

(3) *Zeitschrift fuer wiss. Bot.*, 1846, p. 30. Ces petites cellules, dont parle M. Nægeli, sont probablement des zoospores au repos, comme on en trouve fréquemment dans les sporanges. Il le pressent en effet, et dit que « cette troisième sorte de cellules existe véritablement, ou bien qu'elle soit identique avec les cellules mobiles, et par conséquent susceptible de germer....., etc. » M. Pringsheim ne se trompe pas ; ce sont bien les mêmes formations, seulement il n'indique pas leur signification et ne dit pas nettement que ce sont des zoospores parvenues au repos.

(4) *Flora*, 1852, p. 483, pl. V, fig. 13 et 14.

corps agiles et décrit la séparation en deux d'une zoospore double; mais tout cela n'est pas mis en évidence d'une façon suffisamment claire et précise. Ce nouveau passage, écrit la même année que le précédent, semble plus explicite que l'autre, et cependant la figure 13 de ce mémoire paraît être la même que la figure 17 de la planche 47 de l'autre.

Si j'insiste là-dessus, c'est pour montrer les difficultés qu'on rencontre dans cette étude.

M. de Bary (1) décrit et représente quelques germinations de son nouveau genre *Aphanomyces*. Ce sont des germinations sous forme de filaments qui perforent la paroi de l'oogone; il les observa après un repos de trois mois, sans aucun substratum azoté récemment apporté; il n'y avait que des débris de Mouche décomposés depuis très-longtemps.

Dans son mémoire sur les Champignons parasites (2), il décrit la germination des oospores du *Cystopus candidus*, qui présente les caractères de celle des conidies-sporanges des *Cystopus;* mais il ne donne aucun exemple de germination d'oospores des Péronosporées.

Plus tard (3) il cite la germination du *Peronospora Valerianellæ*, qui s'accroît en filaments.

J'ai pu moi-même observer la germination des oospores, mais dans un petit nombre de cas seulement. Les espèces étaient les suivantes : *Saprolegnia spiralis* et *ferax*, *Aphanomyces lævis*, *Apodya brachynema*.

En conservant pendant très-longtemps dans l'eau des oospores d'*Achlya racemosa*, elles ont constamment refusé de germer; un certain nombre d'échantillons furent desséchés sur des lames de mica, mais après deux mois le contenu était fortement altéré et aucune germination n'eut lieu.

Des oospores de *Pythium utriforme* (?), conservées plus de sept mois dans l'eau, refusèrent de germer : une préparation disposée à cet effet fut même gardée pendant plus de deux mois,

(1) *Einige Saprolegnieen* (*Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II. p. 177, pl. XIX, fig. 13).
(2) *Ann. des sc. nat.*, Bot., 4e série, t. XX, p. 21.
(3) *Morph. und Phys. der Pilze*. p. 139. — *Ann. sc. nat.*, loc. cit., p. 350.

à l'abri de l'évaporation; des coupes minces d'un tissu végétal ne purent en déterminer le développement.

Je conservai de même des branches couvertes d'oospores de *Rhipidium* et d'*Apodya*, dont il ne me fut pas donné d'observer la germination.

Je fus assez heureux pour obtenir avec une abondance relative celle des oospores du *Saprolegnia spiralis*. Une touffe mise à part pour l'étude de la fécondation fut placée dans le même vase que le reste de la culture. Les extrémités des filaments de la touffe reposèrent sur le corps du Ver de la farine, où le *Saprolegnia* se développait. Le tout fut abandonné sept jours (du 29 novembre au 6 décembre 1871). A cette époque, un grand nombre d'oogones présentaient des oospores en germination. Je pus me convaincre que les germinations devaient s'être présentées souvent à moi vers la fin des cultures, et que je ne les avais pas reconnues; c'est ce qui avait eu lieu pour le *Saprolegnia ferax*, par exemple, et un dessin que j'en avais conservé me le montra avec pleine évidence.

Les oospores n'ont pas besoin d'être hors de l'oogone : elles germent parfaitement dans l'intérieur. Tantôt elles émettent un filament ; tantôt, au contraire, elles s'organisent directement en zoospores. Les deux cas ne semblent pas distincts physiologiquement : deux oospores de même origine, du même oogone, et ayant subi les mêmes influences, présentent l'un ou l'autre. Ce fait ne laisse pas que d'avoir une grande valeur au point de vue du développement général, et montre le peu d'importance des organes de propulsion du plasma.

L'oospore qui va entrer en germination repasse d'abord par l'état qu'elle présentait après sa récente formation. Le plasma redevient homogène, tous les petits globules disparaissent et sont remplacés par des granules très-fins. Le gros globule oléagineux fait place à une vacuole située de façons diverses, mais en général excentrique et ovale. Dans certains cas, l'oospore s'accroît en diamètre et paraît un peu irrégulière. Le plasma n'a plus cet aspect jaunâtre et brillant qu'il avait auparavant; il devient plus sombre; enfin, après l'accroissement de la membrane, il prend

l'apparence du plasma concentré aux extrémités des sporanges et des oogones. Pendant que cette dilatation s'est produite, la membrane de l'oospore s'est graduellement amincie en s'étendant. Un prolongement se forme, qui s'applique sur la paroi de l'oogone et la suit, jusqu'à ce qu'il ait rencontré une perforation; il la traverse alors en s'étranglant légèrement et s'allonge en produisant un tube plus ou moins rectiligne et ramifié. Successivement, le contenu a pris l'aspect des filaments ordinaires du *Saprolegnia;* il a abandonné complétement la cavité de l'oospore et se concentre à l'extrémité.

D'autres fois la formation du prolongement a lieu *sans accroissement de diamètre* de l'oospore ; la membrane reste parfaitement régulière et sphérique, conserve son épaisseur, et ne présente de discontinuité qu'en un seul point, celui par lequel est sorti le germe assez grêle, qui donne naissance au filament.

Il y a enfin un cas intermédiaire entre les deux. La membrane s'est dilatée et comme ramollie; le volume de l'oospore a peu varié; la forme est cependant devenue ovale : la paroi semble formée d'une matière muqueuse, c'est l'épispore qui s'est ainsi gonflée. L'endospore, beaucoup plus mince, a fendu l'épispore et fait hernie au travers. Le reste est identique avec ce qui a été dit plus haut.

C'est à l'extrémité de ces tubes, issus des oospores, que MM. Pringsheim et Cienkowski ont vu se former des sporanges sans mycélium ou radicelles pour la nutrition du filament. Je n'ai pu réussir à retrouver un développement pareil dans mes préparations, ou du moins il m'a été impossible de rattacher avec pleine certitude aux oospores certains filaments terminés par de petits sporanges spéciaux et ovales fort analogues à celui qui est représenté (1). M. Pringsheim a figuré tous ces cas dans son mémoire.

Le résultat final de la végétation de ces tubes émis par les oospores est donc de donner un sporange et des zoospores, sans qu'il soit besoin d'un appareil spécial pour nourrir le jeune

(1) *Entwick.*, pl. XLIX, fig. 9. On peut remarquer que ce sporange n'offre pas de cloison à sa base; c'est probablement par suite d'une erreur.

filament; l'oospore contient la nourriture nécessaire pour cette formation. On remarquera la grande analogie qu'il y a avec la germination des zygospores des *Mucor*, qui se transforment en individus munis de conceptacles, sans passer par la forme mycéliale. M. Tulasne a insisté là-dessus à propos du *Mucor fusiger* Link (1) et de la germination de ses zygospores.

Dans certaines conditions, qu'il paraît impossible de préciser, au milieu des oospores qui émettent des tubes, et dans le même oogone, certaines d'entre elles transforment directement leur contenu en zoospores.

L'oospore s'est un peu dilatée, la membrane de l'épispore s'est gonflée comme dans le cas cité précédemment, et l'ensemble a pris une forme ovale. L'épispore se rompt, et l'endospore fait hernie par cette ouverture. Bientôt après se montre la division du plasma en trois ou quatre petites masses: on voit les zoospores, agitées d'un mouvement faible, qui tâchent de se frayer un passage au dehors; elles s'épanchent lentement par l'orifice de l'épispore, puis par la perforation de l'oogone la plus voisine; parfois l'épispore semble rompue en deux endroits, et l'évacuation a lieu de deux côtés à la fois. Les zoospores qui sortent ainsi sont ovales, acuminées, munies de deux cils antérieurs et d'une vacuole latérale au moins; elles sont semblables à celles que donnent les sporanges des *Saprolegnia*. M. Cienkowski (*Bot. Zeit.*, pl. XII, fig. 9) en représente un nombre bien plus considérable (2).

On peut rapprocher ces divers modes de germination des oospores de ceux que j'ai rencontrés chez quelques *Pythium*, où la zoospore émet tantôt un filament qui reste stérile ou se termine par un petit sporange à une spore, et tantôt se transforme elle-même directement en un petit sporange, comme cela a lieu chez les *Saprolegnia* et les *Achlya*. Ces divers cas se montrent dans la même préparation.

(1) *Ann. des sc. nat.*, Bot., 5ᵉ série, 1866, t. VI, p. 214.

(2) N'y a-t-il pas confusion avec la formation que nous démontrerons plus loin n'être autre chose qu'une Chytridinée parasite, et non un sporange libre? Voyez plus loin le genre *Olpidiopsis* (voy. p. 127).

Une fois les zoospores sorties, l'épispore et l'endospore, intimement soudées et indistinctes, subsistent plus ou moins longtemps : les sphérules vides, que M. Pringsheim représente dans plusieurs figures, n'ont vraisemblablement pas d'autre origine. Les membranes finissent enfin par se dissoudre et disparaître. On trouve alors des oogones munis de leurs perforations, qui par conséquent étaient arrivés à maturité, et qui ne contiennent qu'un nombre très-restreint d'oospores, ou bien sont entièrement vides. Quelquefois il reste, dans l'intérieur, des zoospores germées, qui montrent quel a dû être le développement des oospores.

Le cas cité et représenté par M. Pringsheim (pl. 47, fig. 7), dont il a été question plus haut, est justement celui-là. Il ne reste qu'une oospore non transformée dans l'oogone, et autour d'elle des zoospores germées; elles provenaient de spores dont les membranes ont disparu par dissolution (1).

Selon M. Pringsheim, le *Pythium monospermum* offre les deux modes de germination; il ne représente que l'un deux, la germination en filaments (2).

M. de Bary (3) décrit la germination des oospores du *Cystopus candidus*, dont le contenu se transforme en zoospores après un séjour assez long dans l'eau; l'épispore se crève, l'endospore fait hernie au dehors en poussant un tube court, épais et obtus. La formation des zoospores aux dépens du plasma et leur sortie rappellent ce qui a été dit (voy. p. 14) à propos des *Pythium* et des conidies des *Cystopus;* l'analogie est complète. Il dit en quelques mots la méthode suivie pour obtenir ce développement : la difficulté est assez grande et je n'ai pu réussir.

C'est plus tard seulement, à ce qu'il semble, qu'il a obtenu celui du *Peronospora Valerianellæ* et des *Peronospora* voisins.

Les oospores, pour présenter ces phénomènes, exigent un temps

(1) Quant à la séparation qu'il représente, chez le *Sapr. ferax* (*Flora*, loc. cit., et *Entwick.*, pl. XLVI, fig. 14), d'une masse plasmatique en deux zoospores, c'est un cas anormal et rien de plus.

(2) *Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. I, p. 301, pl. XXI, fig. 2. — *Ann. sc. nat.*, 4e série, t. XI, p. 367, pl. 7, fig. 2.

(3) *Mémoire sur le développement des Champignons parasites*, p. 21, pl. 2, fig. 7-13.

de repos prolongé; celles qui sont mûres pendant l'été ne se développent qu'au printemps suivant. M. de Bary indique l'intervalle de juin à décembre comme étant celui de l'une de ses expériences. On les conserve à sec; lors de l'expérience, on les plonge un ou deux jours dans l'eau, puis on les dépose sur de la terre humide; le tissu qui les contient se décompose lentement, et après quatre à six jours il suffit de les placer dans une goutte d'eau pour en obtenir le développement.

Je n'ai observé qu'une seule germination de l'oospore de l'*Apodya brachynema;* il y avait trois cellules contenues dans la cavité intérieure, vraisemblablement trois articles du même filament provenant d'une seule et unique zoospore demeurée à l'intérieur. La membrane n'était pas rompue sur le contour, elle pouvait l'être sur un autre point; les parois paraissaient ondulées irrégulièrement.

Le rôle des oospores est très-facile à deviner d'après les faits qui viennent d'être rapportés. Les zoospores germent peu d'heures après leur sortie des sporanges et ne peuvent résister à la dessiccation; les oospores, au contraire, ne germent qu'après un fort long temps et même après avoir été desséchées. Chez les Péronosporées, la présence de l'eau suffit pour en déterminer le développement; en effet, l'eau fait germer simultanément les graines de la plante nourricière, qui peut se développer en même temps que son parasite. Pour les autres, la présence d'un corps organisé semble, en général nécessaire. Les zoospores qui en proviennent finalement auraient peu de chance, au milieu de l'eau, de se fixer sur un organisme animal; elles se perdraient sans développement ultérieur. La germination n'a lieu que lorsqu'un substratum propre à leur nutrition se trouve dans les environs. Mais, dans l'un et l'autre cas, les oospores sont destinées à conserver ces plantes pendant la sécheresse, la gelée, au milieu des circonstances les plus défavorables auxquelles l'appareil végétatif, les sporanges et les zoospores ne peuvent résister.

DEUXIÈME PARTIE.

CHYTRIDINÉES PARASITES DES SAPROLÉGNIÉES (pl. 3-7).

Généralités.

Certaines de ces formations ont été étudiées par MM. Nægeli, Cienkowski, Braun et Pringsheim, qui les ont prises pour des organes de la plante nourricière, leur ont assigné des rôles différents et n'en ont pas reconnu la véritable nature. M. Al. Braun seul en devina le parasitisme, mais il revint ensuite sur son opinion. Elles sont si rares et si accidentelles, que bien des observateurs ne les ont pas aperçues; leur étude est extrêmement incomplète; elle n'a même pas été entrevue. En la tentant aujourd'hui, je n'espère pas la traiter à fond, mais poser seulement des jalons pour les observations futures.

Ces parasites sont très-peu communs; malgré le nombre assez considérable de matériaux que j'ai examinés, je n'ai trouvé qu'un nombre relativement restreint d'espèces attaquées par des Chytridinées. Lorsque les Saprolégniées sont pures et nettes, c'est-à-dire sans infusoires ou Algues qui si souvent altèrent la transparence des touffes, on peut, à la loupe, chercher si l'on n'apercevrait pas certains filaments d'un aspect différent de celui des autres : ce moyen est excellent quand la plante est assez fortement attaquée et permet un peu de choisir les éléments des préparations à examiner. Mais le plus souvent cela est impossible; il faut alors se contenter d'observer ce qui se rencontre sous la main et faire des préparations au hasard. Quand on tombe sur une préparation plus heureuse que les autres, il faut en tirer tout ce que l'on peut; il n'est pas rare de ne pas en retrouver une seconde.

La difficulté de l'observation est assez grande à cause de l'é-

crasement trop fréquent de ces parasites délicats : c'est surtout sensible pour ceux du premier groupe, qui sont renfermés dans des tubes notablement renflés; si l'on n'écarte pas cette cause d'insuccès, tout s'altère et se décompose pendant l'observation. Souvent, pour obtenir les éléments de la préparation, on arrache les filaments et on les brise ; cela suffit en général pour empêcher la sortie des zoospores : les sporanges ne sont plus à la place qu'ils occupaient, l'eau se mêle au plasma nourricier qui les entoure, et il y a des perturbations considérables dans la vie du parasite. On doit enlever les filaments attaqués tout entiers avec leurs racines, et les observer ainsi sur le porte-objet. Il faut, autant que possible, n'ajouter, par-dessus, le verre mince qu'à la dernière extrémité; on laisse ensuite la plante se reposer et végéter dans un vase à part : on peut ainsi en suivre pendant plusieurs jours de suite le développement et les transformations. C'est ainsi qu'il a été fait pour les *Rozella septigena* et *Woronina polycystis*.

Les sporanges sont tantôt entièrement libres dans l'intérieur d'un filament renflé diversement, tantôt soudés en partie aux parois de ce filament; tantôt même ils font entièrement corps avec lui, et les deux membranes, intimement unies, ne peuvent être séparées, même avec l'aide des meilleurs instruments : dans ce cas, les sporanges du parasite simulent de véritables sporanges de la plante nourricière (*Rozella Rhipidii spinosi*, pl. 5, fig. 2 et 4) ou des formations autonomes (*R. septigena*, pl. 6, fig. 1).

Dans un autre cas plus compliqué, les sporanges sont environnés d'une membrane générale, comme les groupements qu'on nomme *sores* chez les *Synchytrium* de Bary et Wor.; seulement ici la membrane n'est pas étroitement appliquée sur ces sporanges, elle est soudée aux parois du filament (pl. 7, fig. 6, *b*, *c*).

Ces trois manières d'être permettent de distribuer nos Chytridinées en trois groupes qui seront successivement étudiés :

1er groupe : *espèces non adhérentes ;*

2e groupe : *espèces soudées ;*

3e groupe : *espèces présentant des sores.*

Ces trois groupes correspondent à trois groupes de Chytridinées déjà connues.

Le premier correspond aux *Olpidium* (1) et en est très-voisin.

Le second montre plusieurs exemples d'un fait, présenté jusqu'ici par le seul *Olpidium simulans* de Bary et Wor., parasite sur le *Taraxacum officinale* Wigg., qui pourrait devenir le type d'un genre particulier. Le troisième est fort analogue aux *Synchytrium* des mêmes auteurs, parasites sur des plantes aériennes et non aquatiques (2).

Mais les parasites des Saprolégniées ne peuvent entrer dans les groupes déjà établis; ils s'en distinguent par plusieurs caractères, et notamment par la forme très-spéciale de leurs zoospores et de leurs spores immobiles.

Je propose d'établir pour ces plantes, qui ne rentrent dans aucun des genres établis précédemment, trois genres nouveaux correspondant à ces trois groupes :

1er groupe, genre *Olpidiopsis*, ainsi nommé à cause de l'analogie qu'il présente avec les *Olpidium*.

2e groupe, genre *Rozella*, dédié à M. Roze (3), mon excellent ami, dont les travaux sur les anthérozoïdes des Cryptogames supérieures sont bien connus.

3e groupe, genre *Woronina*, dédié à M. Woronine, de Saint-Pétersbourg, auteur de plusieurs mémoires relatifs aux *Synchytrium*, genre voisin de celui-ci.

(1) *Ueber Chytridium*, p. 75.

(2) Pour le genre *Synchytrium*, consulter le mémoire de MM. de Bary et Woronine (*Comptes rendus de la Société des naturalistes à Fribourg en Brisgau*, vol. III, livr. II, et trad. *Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1865, t. III, p. 239), celui de M. Woronine (*Bot. Zeitung*, 1868, p. 81), et une courte note que j'ai donnée (*Bull. Soc. bot. de France*, 1871, t. XVIII, p, 26) sur le *S. Stellariæ* Fuck. et le *S. Alismatis* sp. nov.

(3) J'avais d'abord proposé le nom de *Rozia* (*Bull. Soc. bot. de France*, 5 janvier 1872), mais on me fit remarquer que M. Bescherelle avait établi pour quelques Hypnacées du Mexique le genre *Rozea ;* je dus changer le nom primitif trop voisin de celui-là.

Premier mode de reproduction. — Le développement du sporange présente les plus grandes analogies dans les trois groupes : le plasma est d'abord clair et réfringent, sans granules, et non entouré d'une membrane ; puis il s'entoure d'une membrane et se montre muni de grandes vacuoles ; il se remplit ensuite de vacuoles beaucoup plus petites et très-nombreuses, et peu après il se divise en petites masses, futures zoospores, qui ne tardent pas à s'échapper.

Chez les espèces non adhérentes, c'est par un tube de sortie plus ou moins long ; chez les espèces soudées, ce tube se réduit à son extrémité perforatrice seule et constitue la papille du sporange ; il peut y en avoir une ou plusieurs, suivant les espèces.

Les zoospores sont très-petites et elles ont toutes la même constitution, à peu de chose près. Ce sont de petits corps formés d'une matière homogène, claire à la partie antérieure, plus dense à la partie postérieure, où s'attache le cil unique ; ce cil a trois fois environ leur longueur. La zoospore est allongée, souvent courbée légèrement : elle présente des mouvements saccadés et irréguliers comme les zoospores des autres Chytridinées. Le cil est constamment en arrière (pl. 3, fig. 9, *a* ; pl. 5, fig. 3 et 3' ; pl. 6, fig. 2).

Leur mouvement dure peu ; elles s'arrêtent et deviennent sphériques ; le cil devient aussitôt indistinct. Elles se décomposent rapidement sans germination.

Il y a une particularité de structure chez les zoospores de nos parasites, qu'on ne retrouve dans aucune espèce de la famille. Les zoospores *normales* ont la forme de *bâtonnets* et sont dépourvues, en général, des globules que M. Al. Braun (1) considérait comme caractéristiques (cependant on en retrouve quelquefois : *Rozella Rhipidii spinosi*, pl. 5, fig. 3') ; le fait de l'absence du globule n'est cependant pas sans précédents, ainsi le *Chytridium roseum* n'en présente pas.

(1) C'est peut-être parce que M. Cienkowski ne la signale pas dans la formation qu'il appelait d'abord *Chytridium Saprolegniæ* A. Br., que M. Al. Braun renonça à sa première opinion à l'égard de sa plante.

Quant à l'absence de germination des zoospores *dans l'eau*, elle est très-fréquente dans la famille. Je n'en ai rencontré que de très-rares exemples, en particulier dans une espèce que je propose d'appeler *Chytridrium xylophilum*, où des milliers de zoospores vivant et s'agitant dans une préparation ne donnèrent qu'un nombre très-restreint de germinations. Les zoospores germées ressemblaient au début à celles que MM. de Bary et Woronine représentent (1) chez le *Ch. roseum* de Bary et Wor., et que j'ai pu revoir et mener plus loin (2). Mais chez les espèces véritablement parasites (les deux précédentes ne le sont que dans le sens le plus large du mot), et qui se nourrissent aux dépens de plantes vivantes, les zoospores germent encore plus rarement (3). M. Al. Braun n'en représente pas un exemple dans son mémoire sur les Chytridinées. Chez les *Synchytrium* et l'*Olpidium simulans*, on ne les voit pas germer non plus. Les zoospores (4) des espèces entophytes ne s'entourent d'une membrane que lorsqu'elles ont pénétré à l'état plasmatique dans la cellule de la plante et y ont végété quelque temps.

C'était sur l'absence de germination, qui, comme on le voit, est un fait constant chez les Chytridinées, que s'appuyait M. Pringsheim pour refuser aux corps agiles de ces formations singulières le rôle de zoospores réelles. L'argument tombe ainsi tout à fait. On peut donc considérer ces corps agiles comme des zoospores,

(1) De Bary et Wor., *loc. cit.* Le *Chytr. roseum* se montra sur la terre d'anciennes cultures.

(2) *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XVI, p. 223 (1869).

(3) J'ai cependant rencontré quelques germinations *libres* des zoospores très-petites de l'*Olpidium apiculatum* A. Br., développé sur le *Pandorina Morum*.

(4) *Chytridrium xylophilum* (sp. nova). J'ai rencontré cette espèce dans des cultures de Saprolégniées continuées pendant plusieurs semaines dans ma chambre; elle y était abondante, notamment : sur les fibres libériennes du *Corylus Avellana*, conservées du 9 janvier au 2 mars 1870; sur les fibres du Tilleul abandonnées dans l'eau du 26 mai au 30 août 1870; sur des fibres de Chanvre flottant dans l'eau d'une carafe. Il y fut rencontré par hasard et retrouvé ensuite plusieurs fois.

Les sporanges sont ovales, acuminés, ovoïdes, déprimés, munis ou non d'un long col ou lagéniformes. Ils reposent sur la substance dense et opaque des fibres; ils sont groupés en file souvent sur une longueur notable, ce qui explique le grand nombre d'individus rencontrés. Le col est fermé par un bouchon muqueux à l'époque de la

mais comme des zoospores qui ne peuvent germer que dans l'intérieur de la plante nourricière.

M. Pringsheim dit encore dans son mémoire, qu'il n'a jamais vu la pénétration de zoospores de *Chytridium* dans les filaments des Saprolégniées; *ce qui serait facile à voir*, ajoute-t-il. Que l'on considère la petite taille de ces zoospores, et l'on ne sera pas de l'avis du célèbre professeur; qu'on se représente bien ces petits corpuscules, avec leur taille très-réduite (environ 0^{mm},004), clairs et transparents, uniquement plasmatiques, sans globule oléagineux et rien qui les distingue, et l'on verra qu'on peut les laisser passer inaperçus. Il faut d'abord qu'ils se présentent exactement sur le contour de la paroi, sans cela on peut ne pas les remarquer. Ajoutons encore que les parois des tubes ne sont jamais complétement pures et nettes, et surtout que dans le liquide circulent constamment des Infusoires de toute nature, dont un grand nombre peuvent être confondus avec ces zoospores : on en trouve, en effet, qui sont à peu près de même forme et qui s'attachent aux filaments. D'ailleurs, dans les conditions de la nature elle-même, chez ces parasites à zoospores si nombreuses, beaucoup d'entre elles ne se développent pas : si les milliers de zoospores qui proviennent d'un sporange ne périssaient pas en grande partie, tous les filaments des Saprolégniées ou des Algues seraient attaqués et périraient.

maturité. Par l'action du chloroiodure de zinc il se colore en *violet* à son extrémité; c'est la seule partie qui présente cette réaction.

Un certain nombre de zoospores se forment dans le sporange; elles sont sphériques, munies d'un cil unique et pourvues du globule oléagineux excentrique, caractéristique de beaucoup d'espèces.

On voit souvent, dans les cultures où l'eau n'a pas été renouvelée depuis quelque temps, les sporanges présenter dans leur intérieur ces globules équidistants, indice de la formation complète des zoospores, sans qu'aucune sortie ait lieu. Si l'on vient à les placer dans une goutte d'eau pure, les corps agiles sortent en grand nombre. On peut observer alors leur mouvement rapide et saccadé, leur *reptation amiboïde* quand ils sont près d'arriver au repos, et, dans des cas très-rares, leur germination. Une fois, sur des milliers de zoospores, je n'obtins que deux germinations; une autre fois je pus en voir un nombre plus grand, mais restreint encore.

Les spores immobiles sont libres, sphériques, à parois médiocrement épaisses et lisses, pourvues d'une grosse goutte oléagineuse et faiblement colorées en brun.

(1) *Bot. Zeit.*, 1855, p. 801.

Comment doit s'effectuer cette pénétration si difficile à constater? D'après les observations de M. Cienkowski (1), que j'ai pu vérifier sur d'autres espèces que lui, et celles de MM. de Bary et Woronine, les Chytridinées entophytes proviennent du développement d'une zoospore. Cette zoospore pénètre à l'état *plasmatique et sans membrane* dans l'intérieur de la cellule. Ce qui se passe chez le *Rhizidium Confervæ glomeratæ* et les *Synchytrium* (2) doit se passer ici. Dans les espèces libres, nous verrons qu'il est assez difficile de s'en rendre compte; mais chez les espèces dont les sporanges sont soudés aux parois, la membrane ne se forme que lorsque le plasma du parasite les touche; il se distingue de celui du filament par sa couleur, tantôt grise, tantôt au contraire jaunâtre oléagineuse. La membrane se forme autour de lui avec des phénomènes différents de ceux qui accompagnent la formation des membranes des Saprolégniées (3). Les deux plasma se séparent; celui du parasite se retire, comme de l'eau sur une surface un peu huilée: il se contracte et se montre muni d'un contour très-net. Après quelques minutes on remarque la présence certaine d'une membrane où il n'y en avait pas auparavant; elle est munie d'un double contour et sa convexité est tournée vers la partie extérieure au parasite. Cette cloison, du reste, au lieu d'être rigoureusement transversale, est quelquefois oblique ou même irrégulière (pl. 6, fig. 9 *n*).

Ainsi donc, surtout dans les espèces du 2e et du 3e groupe, le plasma du parasite se trouve placé au milieu de celui de la plante nourricière, vit à ses dépens, et en assimile les éléments, sans être protégé lui-même par une membrane. C'est un fait d'une grande importance, au point de vue philosophique, comme au point de vue systématique. Nous retrouvons ici ce que présentent dans un autre règne les Protozoaires, mais d'une façon

(1) *Bot. Zeit.*, 1857, p. 233, pl. V, fig. 1-6.

(2) Chez ces derniers, elle y reste sept jours sans enveloppe, et le développement complet exige quatorze jours.

(3) Dans les cloisons qui limitent les sporanges, par exemple, ce qui est facile à observer, le développement est le suivant et tout autre : au point où va se former la membrane, le plasma se retire quelques secondes sans contours aussi nets, *puis se réunit de nouveau.* C'est pendant ce temps que se forme la cloison.

moins singulière et moins surprenante. M. de Bary (1) a insisté sur l'analogie des Myxomycètes avec ces animaux, et proposait même de les ranger dans le même règne sous le nom de Mycozoaires. Les cordelettes sarcodiques et les réseaux sans membrane, qui y représentent le *mycelium*, rampent à travers des corps solides poreux : vieux bois, tan, humus, etc. ; mais ici on a un plasma plongé dans un autre, et qui conserve cependant sa vie et ses fonctions distinctes, comme s'il était une formation propre de la cellule. Le parasite garde une existence séparée, comme les Infusoires décrits par M. Cienkowski (2), qui pénètrent, vivent et se nourrissent dans l'intérieur des cellules des Algues ; il fait plus encore : il se substitue à la cellule dont il absorbe le contenu ; il en prend les apparences, et met ainsi en défaut la sagacité des observateurs les plus habiles, qui le prennent pour des productions spéciales, pour des organes sexuels de la plante attaquée. Au milieu du contenu de la cellule, il a encore, comme tout plasma vivant, la propriété de se mouvoir, faiblement, il est vrai, mais cela est rendu hors de doute par les phénomènes qui précèdent la formation de la membrane autour de lui ; à cet instant il peut encore se contracter.

Les Chytridinées rappellent à cet état le *plasmodium* des Myxomycètes, et sont constituées elles-mêmes par un véritable *plasmodium;* mais ce n'est pas la seule analogie que ces deux groupes présentent entre eux. Ces singulières zoospores, munies d'un cil unique, que M. de Bary a décrites (3), et chez lesquelles il a signalé ce remarquable mouvement amiboïde, ne sont pas très-différentes des zoospores de certaines Chytridinées ; ces dernières ont comme les précédentes un cil unique, et leur marche rapide et saccadée se change à la fin en un mouvement amiboïde qui persiste assez longtemps. Les unes,

(1) *Bot. Zeit.*, 1858, p. 357, trad. *Ann. sc. nat.*, 5e série, 1859, t. XI, p. 153.

(2) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. II, p. 371, pl. XXIV.

(3) Il faut remarquer que la genèse de ces zoospores (*Schwærmer*) est très-différente de ce que l'on voit chez nos Chytridinées ; elles proviennent uniquement de la germination de spores immobiles. Mais chez certains *Synchytrium*, il n'y a pas non plus de sporanges, et les zoospores proviennent uniquement aussi de la germination des spores immobiles. Ex. *Synch. Mercurialis* (Woronine, *Bot. Zeit.*, 1868, p. 81).

comme un certain nombre des autres, ne s'entourent pas d'une membrane dès leur premier développement.

Sans poursuivre plus loin la comparaison, on peut conclure que ce serait à tort qu'on assimilerait les Myxomycètes aux animaux, puisque des êtres dont la nature végétale est hors de doute présentent aussi les faits sur lesquels on voudrait s'appuyer. Il faut que l'on s'habitue de plus en plus à cette idée, qu'il n'y a aucune différence nette, aucune limite tranchée entre les deux règnes qui comprennent les êtres vivants, et que la nature ne va pas par bonds, mais qu'elle procède toujours d'une manière continue. C'est ainsi que certaines Algues et certains Champignons sont doués, aux premiers instants de leur vie, de la faculté de se déplacer ; d'autres, plus surprenants, conservent ce mouvement toute leur existence. Si les *Vibrio*, les *Spirillum*, les *Leptothrix* et les *Hyphæothrix* rappellent les Infusoires et établissent d'un côté la transition du règne végétal au règne animal, les Myxomycètes et les Chytridinées l'établissent de l'autre.

En quittant ces questions, qui s'éloignent un peu du sujet traité ici, on peut dire, en résumé, que les Myxomycètes, êtres singuliers, pourvus d'une membrane seulement à l'époque de la reproduction, et dont la place est encore assez ambiguë dans la classification, doivent être placés certainement dans les Champignons, et dans cette classe non loin des Chytridinées. Dans les deux groupes on rencontre en effet des propriétés communes : la forme des zoospores, le mouvement amiboïde, l'existence d'un *plasmodium*, qui ne s'entoure d'une membrane qu'à l'époque de la reproduction. Seulement chez les parasites, elles ne sont pas réunies sur un même être, mais réparties sur des espèces différentes.

On sait que le deuxième mode de reproduction des Chytridinées consiste en spores immobiles (*Dauerzellen Ruhesporen*), qui ne sont pas connues dans beaucoup d'espèces. Dans le genre *Synchytrium* (1) elles sont très-apparentes et très-visibles ; leur

(1) Voyez plus haut la bibliographie relative à ce genre, page 114.

diamètre, relativement considérable, leur couleur brune, le renflement et l'hypertrophie qu'elles déterminent sur les cellules de la plante nourricière, sont autant de caractères qui ne permettent pas de les laisser inaperçues. Dans le reste de la famille, il n'y a que trois espèces, d'après M. Al. Braun (1), où on les connaisse, et depuis son mémoire il n'y en a pas eu, que je sache, d'autre publié sur ce sujet (2).

Dans les Chytridinées parasites des Saprolégniées, les spores immobiles ont pu être rencontrées, sauf dans une seule espèce, peu importante, du reste, le *Rozella Aphanomycis*. Ce sont des spores sphériques ou elliptiques, à membrane assez peu épaisse, tantôt munie d'aiguillons courts, tantôt de verrues anguleuses, tantôt encore d'une couche inégale de matière amorphe. Elles naissent en général dans des situations analogues à celles des sporanges, c'est-à-dire dans des portions de filaments renflés ou des articles terminaux.

Dans certains cas elles se présentent à l'intérieur de renflements latéraux très-semblables à des sporanges de *Saprolegnia* ou d'*Achlya* (*Rozella septigena*, pl. 6, fig. 15-17) ; mais l'absence de branches latérales, de perforations, et surtout de cloison à

(1) *Berl. Monatsb.*, 1856, p. 588, n° 591. On n'a trouvé jusqu'à présent les spores immobiles que chez les *Chytridium anatropum* et le *Rhizidium mycophilum ;* le développement n'en a pas été observé.

(2) J'ai observé les spores immobiles dans plusieurs espèces, dont voici quelques-unes:

Le *Phlyctidium decipiens* A. Br. vit en parasite dans les oogones des Œdogoniées : *Œd. Vaucheri*, *echinospermum*, *Braunii ; Bolbochæte*, etc. Les spores immobiles sont ovales-oblongues, blanches, lisses, au nombre de deux ou trois dans l'oogone occupé déjà en partie par le sporange plissé du parasite et l'oospore de l'*Œdogonium*.

Dans une espèce voisine du *Chytridium acuminatum* A. Br., et qui vivait aux dépens des zygospores du *Mesocarpus scalaris*, le sporange s'ouvre comme une pyxide, au moyen d'un opercule ; les spores immobiles ne sont pas extérieures comme les sporanges, mais contenues dans l'intérieur des zygospores : ce sont des cellules sphériques, lisses, avec un globule oléagineux au centre. La zygospore prend une couleur foncée qui gêne beaucoup l'observation.

Le *Phlyctidium vagans* A. Br. (ou *Pollinis* A. Br.), parasite *sur* du pollen de Pin, présente de même des spores immobiles contenues *dans* l'intérieur de la cellule nourricière et constituées comme dans l'espèce précédente.

Pour l'étude de ces parasites, voyez M. Al. Braun, *Ueber Chytridium*, p. 29, 40 e 54 ; pl. I, fig. 11 ; pl. III, fig. 1-15 ; pl. V, fig. 1-4.

ce faux oogone, ne peut permettre de les confondre avec des oospores de Saprolégniées.

Lorsqu'elles se montrent dans des articles terminaux renflés de *Rhipidium* ou d'*Apodya* (pl. 5, fig. 9 et 14), il y a encore là une grande analogie avec des oogones, mais les raisons indiquées ci-dessus ne permettent pas l'erreur.

Dans toutes les espèces, le développement de ces spores est analogue. Elles sont constituées par un globule de plasma grisâtre et rempli de granules oléagineux, qui s'accroît aux dépens du contenu de la cellule rassemblé autour de lui; ce contenu se dispose bientôt en traînées rayonnantes, partant de la masse centrale et se dirigeant vers les parois. Il devient de plus en plus clair; les éléments nutritifs disparaissent, absorbés par le parasite, qui demeure seul au milieu d'un liquide presque sans granules. On remarque alors que la spore est environnée d'une auréole transparente, incolore et comme muqueuse, à l'intérieur de laquelle se forment peu à peu les dents, qui hérissent la surface de la spore adulte. A mesure que ces dents prennent plus de consistance et de couleur, l'auréole diminue, elle devient à la fois indistincte.

La spore adulte est d'une couleur foncée, qui va du brun violacé au brun verdâtre; les dents sont des points coniques et non pas des crêtes comme dans certaines espèces de Chytridinées (pl. 7, fig. 22), qui sur le contour apparaissent aussi comme des pointes. L'ensemble de ces ornements ne permet pas de voir nettement, au travers, la nature du contenu; il paraît de couleur sombre, et s'il a gardé la constitution qu'il avait lors de l'apparition de l'auréole, il est formé d'un grand nombre de globules oléagineux très-petits, dont l'ensemble intercepte presque complétement la lumière.

Comment doit-on interpréter la valeur de ces spores immobiles? Sont-ce des spores asexuées? sont-ce, au contraire, des spores sexuées? Si l'on se reporte au double mode de reproduction que l'on connaît dans un grand nombre d'Algues (les Œdogoniées, les Coléochétées, les Vauchériacées, et depuis peu les Protococcacées), on y trouve, d'une part des zoospores, de l'autre

des spores provenant d'une fécondation et qu'on appelle oospores. Si l'on compare les Chytridinées aux Saprolégniées, le parallélisme devient plus net; si enfin parmi les Saprolégniées on choisit les *Monoblepharis*, on est obligé d'admettre que les spores immobiles sont dues à une fécondation. Quoique ce soit un raisonnement par simple analogie, il doit être regardé comme juste.

Il faut donc chercher les organes sexuels, soit dans nos espèces, soit dans les espèces connues auparavant, et surtout dans celles où les spores sont les plus grosses: ce sont les *Synchytrium* qu'on devrait choisir pour cette recherche.

Si l'on observe la spore jeune ou près d'être adulte, on ne trouve rien d'analogue aux branches latérales ou aux anthéridies. Du reste, la cellule qui reçoit ces parasites referme aussitôt le trou très-étroit par lequel la zoospore est entrée et ne garde pas de perforation pour laisser pénétrer les anthérozoïdes; il faut donc que la fécondation ait lieu par un corps qui a pénétré avec la gonosphérie et simultanément, ou bien qu'elle ait eu lieu avant l'introduction, c'est-à-dire que la gonosphérie n'ait pénétré qu'après avoir été fécondée.

Si l'on compare ce que dit M. Pringsheim à propos du *Pandorina Morum* (1), on est tenté de lui assimiler les Chytridinées. Il est bien évident que les Algues unicellulaires, qui possèdent deux sortes de zoospores, les unes à deux cils avec un seul point oculiforme, les autres à quatre cils avec deux points oculiformes, présentent, comme l'espèce citée, la copulation des zoospores : M. Pringsheim le fait pressentir. Les Chytridinées sont aux Champignons ce que les Protococcacées sont aux autres Algues; ce sont, dans l'un et l'autre cas, des plantes unicellulaires; l'accouplement des zoospores doit se présenter vraisemblablement dans les deux familles, qui ont plus d'une ressemblance générale et qui possèdent en particulier des spores immobiles, considérées, il y a peu de temps encore, comme asexuées.

(1) *Monatsb. d. Berl. Acad.*. oct. 1869, trad. *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XII, p. 191.

Il faut donc chercher à voir cette copulation des zoospores.

Faut-il la chercher avant l'introduction des zoospores dans la plante hospitalière ou après cette introduction ?

Dans l'un et l'autre cas, de grandes difficultés se présentent, qui semblent à peu près insurmontables à l'aide des seules espèces que l'on connaît maintenant.

Faut-il considérer comme des zoospores confondues par accouplement en une seule, ces zoospores monstrueuses, et qui ont été représentées par MM. de Bary et Woronine (1)? Le double globule oléagineux serait-il l'analogue du double point oculiforme chez les *Pandorina ?*

Si l'on cherchait cette copulation après l'introduction des corps agiles, cela serait moins déraisonnable peut-être qu'on ne pourrait le croire au premier abord. Les zoospores ne conservent-elles pas leur constitution assez longtemps à l'intérieur de la cellule nourricière sans s'environner d'une membrane ?

Il est important de choisir des plantes commodes pour cette observation si délicate. Les Chytridinées parasites sur des Algues présentent des spores immobiles trop rares ou trop faciles à confondre avec de jeunes sporanges; la chlorophylle, d'ailleurs, obscurcit la cellule ou masque la vue. Les espèces dont les sporanges sont extérieurs pourraient peut-être rendre quelques services (2) (*Chytridium Olla*, *Phlyctidium vagans*), mais les organes sont bien petits.

Les *Synchytrium* sont remarquables par la taille de leurs spores immobiles; ils le sont aussi par un fait d'une importance considérable ici : c'est que, vers la saison froide, à la fin de l'automne, les spores immobiles sont en nombre de beaucoup supérieur à celui des sores ou capsules à sporanges (du moins dans l'unique espèce que j'ai observée, le *S. Stellariæ* Fuck., il en est ainsi). On est certain alors de pouvoir, dans le plus grand nombre des cas, observer le développement des spores immobiles.

On voit fréquemment que le globule, qui doit donner une spore

(1) *Loc. cit.* (*Ann. des sc. nat.*, p. 244, pl. 9, fig. 10; pl. 10, fig. 7).

(2) Les spores immobiles sont *internes;* on peut citer encore le *Phlyctidium anatropum* et plusieurs formes voisines.

immobile, n'est pas simple, mais qu'il est accompagné d'un autre à peu près de même taille que lui, et aucun d'eux n'est muni d'une membrane ; ils sont jaunâtres avec quelques granules de nature oléagineuse. Plus tard on ne voit plus aucune trace du deuxième globule, qui accompagne l'autre. Ceci s'est présenté à moi un grand nombre de fois, et il y a tel dessin que je pourrais présenter, exécuté d'après une portion de tissu épidermique d'une feuille de *Stellaria*, dans lequel il y a plus de six exemples de ce double globule. Toutes les cellules étaient remplies de spores immobiles adultes, jeunes, ou en voie de formation, et j'ai représenté une portion quelconque du tissu.

Je donne du reste ce fait pour ce qu'il vaut, sans y ajouter une trop grande importance. Dans les poils du *Stellaria media*, où l'observation est plus facile, on ne trouve pas toujours ce double globule. Peut-être alors le globule simple est-il destiné à donner un *sore?* Dans tous les cas, le deuxième globule est bien distinct du nucléus, qui est beaucoup plus pâle que lui.

Doit-on considérer comme un organe sexuel une certaine cellule, qui est accolée à la spore immobile à l'époque de sa maturité, et qui est vide alors (pl. 3, fig. 10 et 12, et pl. 4, fig. 4)? On ne la rencontre que dans les Chytridinées de notre premier groupe, c'est-à-dire les Chytridinées non adhérentes (genre *Olpidiopsis*). On verra plus loin des détails sur le développement de cette cellule, qui semble n'être pendant longtemps qu'une spore immobile plus petite et moins avancée. Cependant, à la maturité, elle se distingue de la spore à laquelle elle est soudée par sa membrane lisse ou munie d'échinules différentes. Les dents de la spore sont déjà formées qu'elle ne s'est pas encore vidée, ce qui pourrait faire supposer encore que l'enveloppe échinée n'est peut-être qu'un oogone auquel se souderait ultérieurement l'oospore.

Cette cellule adjacente ne se retrouve pas dans les espèces des autres groupes. Doit-on la prendre pour une anthéridie? est-elle au contraire une formation de peu d'importance? Je me contente de la signaler, n'osant pas aller plus loin, car c'est un organe qui ne se rencontre que dans un petit nombre d'espèces.

Chez le *Chytridium endogonum* Schenk, chez lequel j'ai ren-

contré les spores immobiles, elles sont munies, comme les sporanges, d'une sorte de cellule-souche, d'où partent les radicelles. La cellule dont il vient d'être question ne serait-elle pas tout simplement l'analogue de celle-ci, qui manquerait dans les sporanges des *Olpidiopsis*.

Quel est le rôle ultérieur de ces spores immobiles? Il est probable qu'elles doivent servir à perpétuer la plante et à produire de nouveaux germes au bout d'un temps assez long. On trouve parfois dans les pulvinules attaqués et abandonnés depuis longtemps quelques-unes de ces spores flottant librement. Elles ne sont jamais vidées, ainsi que l'a remarqué M. Pringsheim (1); elles exigent vraisemblablement, pour germer, des circonstances particulières et surtout un certain temps d'arrêt après leur maturité. Il est probable qu'elles doivent donner des zoospores, comme les sporanges; mais de quelle manière? C'est ce qu'il est permis de se demander. M. Woronine (2) a montré que les spores immobiles chez les *Synchytrium* germaient de deux façons différentes suivant les espèces. On trouverait peut-être ici des résultats analogues. En tout cas, les données manquent entièrement. Cela tient à plusieurs causes : aux difficultés propres à ces germinations, d'une part; de l'autre, à la grande rareté des spores. Ces deux conditions suffisent pour expliquer l'absence de notions exactes sur ce sujet.

L'étude des espèces qui vont suivre a une importance réelle : elle soulève d'importantes questions relatives, soit à la fécondation des Saprolégniées, mal connue ou mal interprétée, soit à la fécondation des Chytridinées, sur laquelle on ne sait rien encore. Les idées presque entièrement théoriques émises sur ce dernier sujet n'ont pas grande valeur en elles-mêmes; elles auront peut-être celle d'appeler l'attention des observateurs sur des questions très-dignes d'intérêt, mais ardues. Il est possible que la solution, qui paraît encore assez éloignée, puisse être rendue moins difficile par des espèces se prêtant mieux à l'observation. Cependant les Saprolégniées présentent, à cause de

(1) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, II, p. 225.
(2) *Bot. Zeit.*, 1868, p. 99.

l'absence de matière colorante et la facilité avec laquelle l'opacité du plasma se dissipe sous l'influence de l'ammoniaque, des parasites dont l'étude est relativement plus aisée que partout ailleurs.

Il faut prouver avec soin que les formations dont nous nous occupons sont des parasites et non des organes sexuels : on y insistera longuement. Les raisons justifiant cette opinion, et qu'il est toujours bon de redire, sont nombreuses ; c'est :

1° L'analogie des espèces des divers groupes avec des Chytridinées déjà connues, et la forme identique des zoospores dans tous ces parasites des Saprolégniées.

2° La présence d'organes sexuels nets et certains sur les individus attaqués.

3° Le double mode de reproduction des parasites.

4° Leur apparition tout à fait accidentelle.

5° Leur présence simultanée sur plusieurs espèces ou genres habitant ensemble, tandis que rien de pareil ne se montrait auparavant sur les espèces types décrites par les auteurs.

6° Les changements, perturbations, hypertrophies qui se présentent dans la plante nourricière.

On y insistera à propos de chaque espèce, et l'on répétera toutes ces raisons et toutes ces preuves, sans crainte de redire des choses déjà expliquées. Il est indispensable de ne laisser dans l'esprit du lecteur aucun doute, aucune hésitation.

Premier groupe. — CHYTRIDINÉES NON ADHÉRENTES.

Genre OLPIDIOPSIS.

O. SAPROLEGNIÆ (A. Br.), INDEX, INCRASSATA, FUSIFORMIS, APHANOMYCIS.

C'est par le *Chytridium Saprolegniæ* A. Br. et le groupe auquel il appartient, qu'il est bon de commencer : c'est le groupe le plus simple, dans lequel le parasitisme est le plus facile à démontrer et à concevoir ; c'est en même temps suivre l'ordre chronologique. Le développement en est assez bien connu, maintenant

que quelques lacunes importantes sont comblées. Quand toutes les espèces auront été étudiées, le lecteur, retrouvant dans chacune d'elles la preuve que ces formations ne sont pas des organes reproducteurs, acceptera plus facilement le parasitisme singulier des espèces du second et du troisième groupe.

Historique. — M. Nægeli (1) a, le premier, signalé et décrit l'une des espèces dont nous nous occupons; il la considérait comme une sorte de sporange dû à une formation libre. Il la représente, soit à l'état adulte et émettant des spores agiles, soit à l'état jeune et se formant au sein de traînées et d'amas plasmatiques. Tantôt il y a plusieurs sporanges, tantôt un seul, et dans ce cas les parois peuvent même se souder avec celles du filament, la cloison étant simple et la paroi double (2). Mais ce cas-là se rapporte à un autre parasite, le *Rozella septigena*, dont il sera question plus loin. Il fit ses observations sur un *Saprolegnia* indéterminé, qu'il appelle improprement *Achlya prolifera.*

M. Al. Braun (3) ne croit pas que ces sporanges libres appartiennent réellement au *Saprolegnia*, et révoque en doute l'existence simultanée de sporanges dont les parois se soudent à celles du *Saprolegnia.*

M. Cienkowski (4) considère aussi ces conformations comme constituant un second sporange de l'*Achlya prolifera.* Il en décrit et représente le développement avec exactitude; cependant son mémoire laisse beaucoup à désirer, comme a dit plus tard M. Al. Braun. Il ne sait si les corps agiles germent ou non, car « ils s'agitent et se mêlent avec les autres zoospores ». Il représente les spores immobiles sans les mentionner, et semble les considérer comme une variété des autres sporanges.

M. Al. Braun (5), dans un mémoire spécial sur le genre *Chytridium*, parle d'une de ces productions qu'il considère comme dues à un parasite; il la nomme *Ch. Saprolegniæ.* Elles sont trop

(1) *Zeitschrift fuer wiss. Bot.*, p. 29, pl. IV, fig. 1-8.
(2) *Loc. cit.*, fig. 7 et 8.
(3) *Verjuengung*, p. 286 et 287.
(4) *Bot. Zeit.*, 1855, p. 801, pl. XII.
(5) *Ueber Chytridium.*, p. 61.

rares et trop accidentelles pour être les organes du *Saprolegnia;* la petitesse des spores agiles représentées par M. Nægeli ne permet pas de leur assigner la fonction de zoospores. Quel est leur rôle? se demande-t-il. On connaît déjà les sporanges ordinaires avec spores agiles, analogues aux zoospores des Algues; les spores immobiles contenues dans des conceptacles perforés naturellement, ce qui rend très-vraisemblable que ces spores soient fécondées; et enfin des rameaux sinueux analogues aux cornicules des *Vaucheria.* Que viendrait faire un quatrième appareil reproducteur? La ressemblance avec les autres *Chytridium* est très-grande d'ailleurs. Mais M. Al. Braun n'a pas vu les zoospores, et il conseille de nouvelles recherches sur la nature de ces zoospores, comme pouvant seules, dans l'état des choses, décider la question; il constate que M. Cienkowski ne dit pas un mot du globule caractéristique des zoospores des Chytridinées, et qu'il n'a pu voir de cil. Il a été dit plus haut (1) que les observations de M. Cienkowski avaient fortement ébranlé l'opinion de M. Al. Braun, dont l'article se termine par une conclusion bien différente de celle de la première partie. Un passage en a été cité à propos de la théorie de M. Pringsheim sur la sexualité des Saprolégniées.

M. Pringsheim attribua au *Chytridium* le rôle d'anthéridie: il n'en parle qu'incidemment dans son premier mémoire sur les Saprolégniées (2); dans son second, au contraire, il y consacre plusieurs pages; il en a fait l'étude et reproduit ses observations. — Nous avons analysé (3) la partie où il expose sa théorie: on y constate la difficulté qu'il éprouve à interpréter favorablement pour elle tous les faits qu'il a rencontrés, principalement l'existence des spores échinées. — Si les conclusions sont peu nettes ou erronées, les observations dont l'auteur n'a pas tiré parti demeurent bonnes et exactes, sauf sur quelques points: elles peuvent cependant être complétées, principalement en ce

(1) Page 73.
(2) *Jahrbuech.*, t. I, p. 96. — *Ann. des sc. nat.*, 4e série, 1859, t. XI, p. 362.
(3) Page 78.

qui regarde le premier développement des sporanges et des spores immobiles, et la constitution de ces dernières.

J'ai observé plusieurs fois ces productions, qui sont rares et accidentelles, comme dit M. Al. Braun ; elles ont beaucoup de rapport entre elles dans tout le groupe, aussi sera-t-il bon, pour éviter les redites, de faire d'un seul coup l'histoire des deux modes de reproduction, en comprenant toutes les formes dans une seule et même description. Les différences entre les espèces, peu considérables d'ailleurs, seront signalées plus loin ; on pourra juger, d'après les dessins qui en sont donnés, de l'analogie de ces divers parasites.

Sporanges, leur développement. — Zoospores. — Les sporanges et les spores immobiles sont contenus ensemble dans l'intérieur de certains filaments renflés et non cloisonnés. Ces renflements, dus à la présence du parasite, sont assez divers : tantôt ils se produisent à l'extrémité même du filament, tantôt à quelque distance, et, suivant que la portion supérieure ou inférieure prend ou non part au renflement, on arrive à des formes très-diverses. Ces tubes sont donc ou sphériques, presque comme des oogones (pl. 3, fig. 1, 2, 6, 10), ou renflés en massue (pl. 4, fig. 3), ou ovoïdes, dissymétriques courbés, etc. Je passe des formes pour lesquelles des périphrases très-longues seraient nécessaires, mais inutiles à signaler ; en dernier lieu, seulement, citons les cas variables encore, où le filament se dilate sur une assez grande portion de sa longueur (pl. 3, fig. 3).

Tout cela change d'un filament à l'autre et n'est soumis à aucune règle fixe. Cependant on peut dire que les tubes des *Saprolegnia* sont plus souvent renflés en sphère que ceux des *Achlya*, dont les parois semblent moins dilatables et plus résistantes. On peut à ce propos voir les planches 3 et 4 et les explications qui les accompagnent.

Les sporanges sont libres dans l'intérieur de ces renflements ; comme eux, ils sont de forme très-variable, sphériques, ovoïdes, plus ou moins allongés, réniformes, semi-lunaires, etc. Leur nombre, aussi, oscille entre des limites assez étendues : ils sont parfois solitaires ; M. Pringsheim en a compté jusqu'à

vingt; j'en ai rencontré plus de cinquante. Tantôt ils sont tous égaux, c'est ce qui a lieu quand leur nombre n'est pas trop considérable; tantôt, au contraire, on en voit quelques-uns beaucoup plus gros au milieu d'un groupe de très-petits. Quand ils sont solitaires, ils sont sphériques ou ovales, et en général fortement développés (pl. 3, fig. 10).

Voici quelles sont les dimensions en général.

Ces sporanges doivent être mesurés après l'évacuation des zoospores; sans cela on ne serait pas sûr qu'ils sont adultes. Les plus petits ont un diamètre longitudinal de $\frac{1}{150}$ de millimètre (d'après M. Pringsheim, $\frac{1}{60}$ de millimètre); les plus gros ont un diamètre longitudinal de $\frac{1}{7}$ de millimètre (d'après M. Pringsheim, $\frac{1}{7}$ de millimètre); les moyens ont un diamètre longitudinal de $\frac{1}{36}$ de millimètre (d'après M. Pringsheim, $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{12}$ de millimètre).

La différence entre les derniers nombres provient probablement de ce que les individus que j'ai observés contenaient en général des parasites plus nombreux.

Ces sporanges sont entourés d'une membrane très-nette, surtout lorsqu'ils se sont vidés de leur contenu; les parois en sont lisses, les contours réguliers; on n'y remarque ni plis ni rides.

Les phénomènes que l'on observe pendant le développement sont les suivants : Le contenu paraît un peu plus sombre dans l'intérieur de l'extrémité déjà notablement renflée, et, en certains points, il y a encore accumulation de plasma. On ne remarque pas de nucléus, mais un amas diffus et rayonnant : l'aspect du filament n'est pas le même que celui qu'il prend lors de la formation des sporanges, il ne présente pas de teinte un peu jaunâtre, mais paraît plus foncé.

Les centres de condensation deviennent plus nets; le reste du sporange se dégarnit de plasma et s'éclaircit : on aperçoit alors des traînées qui réunissent les points sombres entre eux et aux parois (pl. 3, fig. 1, et pl. 4, fig. 1), en formant des réseaux plus ou moins grêles et entremêlés; on y remarque des courants de sens divers. Ces centres d'accumulation laissent enfin apercevoir un corps central sphérique ou ovoïde, petit encore,

mal défini et peu visible au milieu de la masse opaque qui l'entoure, et qui peu à peu s'accroît en diamètre.

Enfin le plasma disparaît presque en entier ; il n'existe plus dans l'intérieur du filament, dont le volume s'est fortement accru, que quelques rares granules ou des cordons plasmatiques grêles et déliés, partant de tous les points du jeune sporange ; il est muni d'une paroi nette et facile à discerner, au moins à son contour extérieur (pl. 2, fig. 2, et pl. 4, fig. 2).

Les observateurs précédents n'ont pu se rendre compte de l'état du jeune sporange avant la disparition du plasma, car la présence des granules nombreux empêche toute transparence : mais il y a un moyen de faire disparaître cette opacité. Si l'on fait agir l'ammoniaque, on voit les filaments plasmatiques et les traînées de granules se rompre, disparaître, et l'ensemble devenir transparent. On aperçoit alors les très-jeunes sporanges constituant des globules souvent jaunâtres, dont le plasma est réfringent. Ils sont en petit ce qu'on les voit plus tard, lorsque le filament est entièrement débarrassé de son contenu ; ils n'en diffèrent que par la taille. Il est assez difficile de décider s'ils sont ou non entourés d'une membrane ; le contour est très-net, mais il est simple. On sait que quand une cellule est pleine d'un liquide très-réfringent, le contour intérieur est fort ifficile à voir ; cela se remarque bien dans les oogones des *Rhipidium interruptum* et *continuum*, où le contour interne de la membrane épaisse s'aperçoit seulement après l'écrasement. L'ammoniaque et les autres réactifs semblent sans action sur ce plasma réfringent et comme oléagineux.

Dans quelques cas, quand le contenu du filament n'est pas trop obscur, on peut apercevoir, sans réactifs, le sporange très-jeune ; et si le plasma de ce dernier n'est pas trop réfringent, on constate alors avec certitude qu'il a déjà atteint une taille considérable *sans être encore muni de membrane ;* le sporange à cet état est donc encore purement plasmatique. Il est rempli de globules oléagineux, inégaux, de forme irrégulière et anguleuse ; tout en étant d'une taille très-restreinte, ils sont cependant d'un diamètre bien supérieur à ceux du plasma qui les en-

vironne. Les réactifs rendent ces globules sphériques sans altérer en rien la forme du jeune sporange. Ceci a été observé sur un *Achlya* très-allongé, très-grêle, peu riche en plasma, qui nourrissait l'*O. fusiformis*. On retrouve d'ailleurs ces globules oléagineux dans les formations chytridiennes, par exemple chez le *Woronina polycystis*, mais jamais dans les Saprolégniées saines on n'en rencontre de pareils. La masse du plasma, sans membrane encore, appartenant au parasite, se distinguait aisément du reste du filament.

Quand le sporange a absorbé tous les éléments nutritifs, il est muni d'un contour simple, comme dans le cas précédent et qui ne devient double que lorsque le contenu de ce sporange se modifie. Il perd alors cet aspect de goutte d'huile qu'il avait auparavant (pl. 3, fig. 8-6, et pl. 4, fig. 2 *s*.)

Il est formé d'un liquide clair, dans lequel nagent un grand nombre de globules oléagineux ; la couleur est devenue plus foncée et s'est rapprochée de celle du plasma des Saprolégniées. De grandes vacuoles se montrent : elles sont en petit nombre ; il n'y en a parfois qu'une seule, dont le diamètre peut atteindre la moitié de celui du sporange.

Ces grandes vacuoles disparaissent ensuite, et font place à un plus grand nombre de petites, toutes égales ou à peu près, qui donnent au sporange un aspect écumeux (voy. pl. 3, fig. 8 *c*, et pl. 4, fig. 3 *s*).

Presque sans transition, le contenu s'organise en petites masses sphériques, futures zoospores, et en quelques minutes les vacuoles ont disparu ; le sporange est alors rempli de sphérules qui s'agitent et produisent parfois des courants dans l'intérieur.

Pendant que le plasma offre cet aspect écumeux et caractéristique que nous retrouverons dans toute la série, le sporange émet en un point quelconque, plus ou moins éloigné de la parot, en général au point le plus rapproché, un prolongement (pl. 3, fig. 8, *d*), qui, après une course diversement flexueuse, atteint cette paroi. La direction qu'il a suivie est le plus souvent rectiligne ; elle est quelquefois très-oblique (pl. 3, fig. 6).

L'extrémité du prolongement s'applique perpendiculairement sur la membrane de la plante hospitalière et la perfore ; une courte portion sort au dehors, mais s'allonge à peine à l'extérieur. La perforation a lieu, comme dans les autres Chytridinées, par dissolution ou résorption, et non par pression. On en a une preuve évidente dans les sporanges développés solitairement à l'extrémité d'un filament : les parois du sporange, s'il est symétrique, sont également distantes des parois (à contours le plus souvent réguliers dans ce cas) du filament renflé ; à aucun instant de l'allongement du tube, la distance ne diminue d'un côté ou de l'autre (pl. 3, fig. 4). Il y a donc dissolution de la paroi, et non perforation par suite d'une pression ; car le premier effet de la pression aurait été de repousser du côté opposé le sporange libre dans la cavité.

Le filament perforateur porte un léger étranglement à l'endroit où il traverse la paroi. M. Pringsheim cite et représente deux prolongements présentés par un même sporange ; M. Nægeli aussi. Mais ce fait est peu fréquent, et plus rarement encore ils s'ouvrent tous les deux ; je n'en ai vu que peu d'exemples. Parmi les autres Chytridinées, on rencontre aussi parfois des sporanges se vidant par plusieurs ouvertures (*Chytridium roseum*, et les *Synchytrium*) ; nous verrons plus loin que le *Rozella septigena* et le *Woronina polycystis* sont aussi dans ce cas.

Le prolongement est rempli d'un contenu qui ne ressemble pas à celui de l'intérieur du sporange ; il est un peu trouble, sans granules et non divisé en petites masses. Peu de temps après que l'extrémité du prolongement est parvenue de l'autre côté de la membrane, à l'extérieur, cette extrémité se crève subitement et les zoospores sont brusquement lancées en dehors avec impétuosité, une à une, quoique le diamètre du tube puisse faire croire qu'il en pourrait passer davantage. Elles restent immobiles une seconde ou deux à l'orifice, puis se dispersent dans toutes les directions (pl. 3, fig. 4 et 8). Celles qui sont restées dans l'intérieur du sporange s'agitent impétueusement, se choquent aux parois et finissent par s'échapper aussi. Chaque sporange en contient des centaines.

Le temps employé pour la sortie dépend beaucoup de l'état de santé de la plante ; il est environ de cinq minutes, et encore les dernières zoospores ne sont-elles jamais aussi agiles que les autres.

Suivant l'état de la plante, leur forme est aussi très-variable. Quand elle est en bon état, elles ont une forme normale, qu'on retrouve dans toutes les espèces parasites sur les Saprolégniées : c'est, du reste, celle que M. Pringsheim a décrite.

Ce sont de petits bâtonnets (pl. 3, fig. 5 et 9 *a*) deux ou trois fois plus longs que larges, un peu courbés, ayant environ $\frac{1}{250}$ de millim. de diamètre, ayant parfois deux dimensions transversales différentes, c'est-à-dire qu'ils sont quelquefois aplatis latéralement. On n'y remarque aucun granule, mais une extrémité plus claire et une plus foncée, formée d'une substance un peu trouble, très-différente de l'autre ; c'est à cette extrémité trouble qu'est, du côté de la concavité, d'une façon dissymétrique par conséquent, attaché leur cil unique (pl. 3, fig. 9 *a*, ils ont la forme normale ; fig. 5, ils sont un peu altérés). M. Pringsheim n'avait pu distinguer s'il y avait un cil ou deux ; il n'y en a jamais qu'un dans les circonstances normales. Il est difficile à saisir sur les zoospores en mouvement ; mais avec un éclairage suffisant et de bonnes lentilles on peut le voir à certains instants : mais pendant une seconde au plus, lorsqu'elles s'arrêtent un moment pour repartir ensuite de nouveau.

Le mouvement de ces petits corps est saccadé, comme celui des zoospores des autres Chytridinées ; ils changent brusquement de direction en pivotant sur l'extrémité de leur cil. C'est, lors de leur arrêt brusque, qu'on peut bien les voir, surtout lorsqu'ils se sont reposés à la surface inférieure du verre mince.

Ils ne restent en mouvement qu'un temps fort court. Au bout de quatre ou cinq minutes après le commencement de la sortie, il y en a déjà un grand nombre d'immobiles. Ils sont devenus sphériques ou un peu irréguliers. Les deux substances se séparent plus nettement l'une de l'autre. La ligne de séparation est probablement ce que M. Pringsheim a vu, qu'il appelle un dessin vague et mal défini, et qu'il compare aux apparences de filaments

que M. Nægeli a cru apercevoir dans les anthérozoïdes des Floridées (1).

Ils se décomposent rapidement sans germination ; ce fait n'est pas rare chez les Chytridinées. Nous en avons vu plus haut l'explication.

M. Pringsheim dit qu'après vingt-quatre et quarante-huit heures, ils ne présentent aucune trace de développement. Je n'ai jamais pu les conserver aussi longtemps dans une préparation ; au bout de peu d'instants, ils se résolvent d'ordinaire en granules très-petits, qui s'éparpillent dans le liquide. Dès l'état de repos de ces zoospores, le cil est devenu rapidement indistinct.

Quand le sporange n'est pas en très-bon état, ce qui est fréquent, les zoospores, au lieu de présenter l'aspect de petits bâtonnets, sont sphériques, avec des vacuoles analogues à celles qu'on voit sur les zoospores parvenues à l'état de repos. Leurs mouvements, tantôt sont vifs, quand elles ne sont pas trop altérées ; tantôt, c'est le cas le plus habituel, ils sont très-lents : de telles zoospores ne s'agitent qu'une minute ou deux et périssent dès leur sortie hors du sporange. Il n'est pas rare d'en trouver de pareilles, même dans des sporanges en bon état ; ce sont les dernières qui restent, et souvent elles ne peuvent pas sortir (pl. 3, fig. 4). Leur cil unique est alors visible pendant quelques minutes. Parfois on en trouve plusieurs soudées ensemble d'une façon plus ou moins complète, mais ce sont des cas peu dignes d'intérêt, car ces assemblages ne tardent pas à périr sans se mouvoir jamais.

De toutes les espèces de Chytridinées, celles de ce groupe sont certainement les plus difficiles à observer. En général, la seule pression du verre mince écrase les renflements, qui sont d'un diamètre notable, des filaments attaqués ; les sporanges comprimés, même très-légèrement, donnent des zoospores altérées ou n'en donnent pas du tout. On est obligé, le plus souvent, de rompre les filaments pour les détacher de leur substratum : le contenu se mélange à l'eau, les sporanges changent de place et s'altèrent. La culture sur la lame de verre est presque impossible :

(1) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, II, p. 223.

au bout d'une demi-heure, c'est tout à peine si l'on peut encore voir la déhiscence d'un sporange dans une préparation (1).

Spores immobiles : leur développement (pl. 3, fig. 10 et 11 ; pl. 4, fig. 1, 2, 3, 4). — Le deuxième mode de reproduction est constitué par des spores échinées, brunâtres, situées au milieu des sporanges dans les filaments renflés ; elles sont parfois isolées dans les filaments renflés de même : ce sont les spores immobiles.

M. Nægeli ne les a pas vues. M. Cienkowski les figure, sans s'expliquer à leur sujet. M. Al. Braun n'en dit rien après lui ; il ne les a pas vues non plus. M. Pringsheim les a observées et ne sait comment interpréter leur présence ; il les compare, avec exactitude, à ces sphères hérissées de pointes qu'on rencontre dans les Algues munies de chlorophylle, *Vaucheria*, *Spirogyra*, etc., et qui, d'après lui, ne sont sans doute autre chose que les spores immobiles de parasites, vraisemblablement de *Chytridium*, *Rhizidium* ou *Pythium* (*loc. cit.*, p. 225). Il trouve singulier, si ces corps appartenaient à un parasite, que le développement normal du contenu de la cellule ne souffrît aucune perturbation remarquable : nous reviendrons plus loin sur cette affirmation. Les sporanges seraient, dans ce cas, les organes mâles, et les spores échinées, les organes femelles de ce parasite. M. Cienkowski semble considérer ces dernières comme une variété des sporanges ; cependant on ne les voit jamais vides.

Les spores immobiles se distinguent des sporanges par leur

(1) N'est-ce pas à un changement de place des sporanges par pression que M. Pringsheim doit de croire qu'ils sont situés, à l'état jeune, profondément au bas du filament, et qu'ils remontent ensuite ? Il m'a semblé qu'ils se tenaient au milieu du renflement développé plus ou moins au-dessous de l'extrémité ou à l'extrémité même.

M. Pringsheim (*Jahrbuech. f. wiss. Bot.*, t. II, p. 221, en note) n'est pas d'accord avec M. Cienkowski sur un point. Ce dernier représente les filaments déjà renflés dès la première apparition des sporanges ; M. Pringsheim prétend que cela n'est pas exact, et que le gonflement suit et imite toujours la formation du sporange. Il a raison quand il n'y a qu'un très-petit nombre de sporanges ; mais quand il y en a un grand nombre (et c'est le cas représenté par M. Cienkowski, *Bot. Zeit.*, 1855, pl. XII, fig. 5), le trouble apporté dans le filament est considérable dès le début, et il y a gonflement.

contenu, leur couleur et leurs échinules. Elles sont généralement sphériques ou ovales, d'une couleur brun marron ou brun violacé; leur membrane est médiocrement épaisse et munie de dents très-nombreuses et courtes; suivant les espèces, ces dents sont plus ou moins grandes ou larges à la base, par conséquent moins ou plus nombreuses. Leur forme est conique, mais très-aiguë; elles sont disposées en très-grand nombre à la surface de la spore, mais il est possible que, si, dans certaines espèces, elles étaient moins nombreuses, elles formassent des crêtes ou des dessins (comme dans les Péronosporées), dont on pourrait tirer des caractères spécifiques. Les apparences sont les mêmes, chez toutes les espèces, dans la coupe optique passant par le centre; mais à la surface de la spore, les ornements peuvent fournir des indications utiles. Pour s'en rendre compte, il suffira de jeter un coup d'œil sur les spores représentées (pl. 3 et 4, *Olpidiopsis*, et celles de la pl. 7, fig. 22, *a* et *b*, *Chytridium glomeratum*, parasite d'un *Vaucheria*).

A cette spore échinée on trouve accolée, quand la position permet de la voir, une petite cellule *vide*, dont j'ignore le rôle, mais que je désignerai sous le nom de *cellule adjacente*, ce qui ne préjuge rien (1). Elle est soudée avec la spore d'une façon non douteuse et semble avoir déversé son contenu dans l'intérieur de cette spore. Lorsque les échinules sont un peu développées (*O. fusiformis*), on reconnaît sur le contour que les parois sont soudées avec deux de ces dents, qui s'appliquent sur elles et la maintiennent (pl. 4, fig. 4). La membrane est médiocrement épaisse et ressemble à celle d'un sporange. Malgré cette apparence de soudure, qui ne peut tromper, malgré le développement des spores immobiles, qui la montre grossissant parallèlement à l'autre et se modifiant aussi, il m'était resté quelques doutes. En examinant d'anciennes préparations, je trouvai, sur une espèce que je confondais avec l'*O. Saprolegniæ* (A. Br.), des spores immobiles avec une cellule adjacente échinée (pl. 3, fig. 11). Elle était parfaitement vide et munie à la surface de dents courtes et très-visibles.

(1) Voy. pl. 3, fig. 10, *a* et 11, *a*; et pl. 4, fig. 4, *a*.

On pourrait objecter que c'est peut-être une spore plus petite écrasée et vidée accidentellement, mais le dessin formé par l'ensemble des dents ne se ressemble pas dans les deux cas : sur la spore, elles sont extrêmement nombreuses en chaque point; sur la cellule adjacente, elles semblent clair-semées et à base plus large : on ne peut les confondre. Je propose de désigner cette espèce sous le nom d'*O. index*. On conçoit maintenant que cette cellule peut, comme la spore, fournir des caractères spécifiques excellents.

Quel est le rôle de la cellule adjacente ? sert-elle à la fécondation ? Nous avons plus haut agité cette question, qui n'est pas encore résolue, mais qui mérite d'être prise en considération, surtout depuis les travaux de M. Pringsheim sur la fécondation dans le *Pandorina Morum*.

Le développement des spores immobiles n'a pas été observé encore, et cela tient à ce qu'on ne peut les distinguer nettement que lorsque le filament commence à se dégarnir de plasma, c'est-à-dire à un point voisin de leur état adulte. Il faut joindre à cela que la forme des sporanges est à peu près la même, et qu'il est souvent impossible de décider si c'est à l'une ou à l'autre des productions que l'on a affaire; l'observateur ne sait s'il a sous les yeux un jeune sporange ou une jeune spore. Une espèce permet cependant de les reconnaître sans difficulté : c'est l'*Olpidiopsis fusiformis*. Les jeunes sporanges sont allongés et le plus souvent linéaires et grêles, et ne peuvent être confondus avec les jeunes spores qui sont sphériques.

Lorsque le plasma disparaît (pl. 4, fig. 2) du renflement de la plante nourricière, leur développement est déjà fort avancé; il faut les prendre bien avant cette époque. En faisant agir l'ammoniaque, on aperçoit, outre les sporanges, qui sont linéaires, comme il a été dit, de petits globules sphériques de plasma oléagineux. Il est difficile de décider, comme pour les jeunes sporanges, s'ils possèdent ou non une membrane : leur contenu est jaunâtre ; on y voit quelques granules rassemblés au centre. Ils ne sont pas isolés, mais ils se présentent toujours accompagnés d'un autre globule plus petit, plus clair, ayant à peu près la

même apparence et la même forme et contenant un nombre moindre de granules : c'est lui qui constituera la *cellule adjacente*. Ils grossissent simultanément en conservant des volumes à peu près dans le même rapport. L'un est environ le double de l'autre : le plus gros, celui qui est destiné à se transformer en spore, devient trouble et opaque, il est rempli d'un grand nombre de globules oléagineux, et son aspect est grisâtre ; l'autre demeure, au contraire, jaunâtre et oléagineux, avec quelques granules à son centre. La jeune spore paraît bientôt alors munie d'une membrane à double contour : cela tient peut-être à ce que cette membrane se forme à cette époque, ou devient seulement visible par suite du changement de réfringence du plasma interne. La membrane est alors entourée à l'extérieur d'une auréole incolore, claire et transparente, sans granules et comme gélatineuse.

C'est à l'intérieur de cette auréole que se forment les pointes qui hérissent la spore. Elles apparaissent d'abord très-transparentes, faiblement indiquées et comme formées par la condensation de ce mucus (pl. 4, fig. 3); elles ont déjà le contour qu'elles garderont plus tard et leur grandeur définitive. Le contenu de la cellule adjacente a conservé le même aspect que précédemment. Pendant ce développement, les sporanges présentent d'abord de grandes vacuoles, ensuite un contenu écumeux caractéristique et se disposent à émettre leurs zoospores. A aucune époque, la spore et la cellule adjacente plus claire ne montrent une seule vacuole. L'autonomie de cette cellule est donc bien prouvée par le développement lui-même, fait d'un autre ordre, s'ajoutant à ceux qui ont été cités plus haut. En résumé, ce n'est donc ni une spore immobile, puisqu'elle est parfois entièrement lisse, ni un sporange, puisqu'elle ne prend pas l'aspect écumeux et que sa membrane est quelquefois échinée.

Les dents de la spore finissent par acquérir une forme plus définie et des contours plus nets; la spore elle-même se colore en brun; mais c'est plus tard seulement que la petite cellule se vide (pl. 4, fig. 4). Cela donnerait à penser que, s'il y a fécon-

dation, la membrane échinée ne serait peut-être qu'une enveloppe contenant la spore ; en un mot, un oogone.

On distingue mal le contenu de la spore dans la coupe optique ; il est opaque et les échinules empêchent d'en distinguer les détails.

Quel est le sort ultérieur de ces spores? Elles sont évidemment destinées à germer plus tard, après un long repos, comme les spores des *Synchytrium;* les filaments qui les contiennent se flétrissent et s'ouvrent ; elles s'échappent alors : on en rencontre quelquefois flottant librement dans l'eau ; on ne les trouve jamais vidées, même à cet état. La germination n'en a pas été observée ; elles sont trop peu nombreuses pour qu'on puisse, avec de sérieuses chances de succès, en entreprendre la culture. Il est probable qu'elles s'entr'ouvrent pour émettre des zoospores, mais on ne peut que faire des conjectures sur le mode de développement.

Démonstration du parasitisme des Olpidiopsis. — Il est nécessaire d'établir d'une façon irréfragable le parasitisme des productions dont nous venons de parler, et chez lesquelles nous l'avons admis jusqu'ici. Il fallait d'abord en faire l'histoire complète auparavant, afin de pouvoir faire une discussion en connaissance de cause. Je dis que nous l'avons admis jusqu'ici, quoique ce qui a été dit (page 81) à propos de la sexualité des Saprolégniées puisse être considéré comme une preuve suffisante.

On ne peut soutenir que ce sont des organes sexuels, puisqu'on les a rencontrés sur des plantes qui en possèdent déjà. Cette considération seule suffirait à démontrer que ce sont des parasites. Les plantes déjà munies de branches latérales, sur lesquelles elles ont été trouvées, sont l'*Achlya leucosperma*, l'*A. racemosa* Hild., le *Dictyuchus monosporus* Leitgeb, et en outre le *Saprolegnia* de M. Al. Braun (1).

M. Pringsheim parle plusieurs fois de la simultanéité de ces productions et des oogones. Elle est tout à fait fortuite ; on les rencontre souvent sans qu'aucun oogone les accompagne. Il

(1) *Ueber Chytridium*, pl. V, fig. 22 et 23 : *S. spiralis* (?).

dit lui-même, du reste, qu'elles en précèdent la formation et qu'il y en a ensuite une deuxième apparition. On voit que ce fait même est assez défavorable à la thèse qu'il soutient. A quoi serviraient des anthérozoïdes développés abondamment pour ne rien féconder?

L'objection la plus grave à toutes les hypothèses contraires au parasitisme, c'est la présence des spores immobiles. Depuis le mémoire de MM. de Bary et Woronine sur les Chytridinées, les spores immobiles sont mieux connues, et la nécessité du double mode de reproduction de ces plantes est établie. Il n'y a rien à répondre à ce fait, qui, joint aux précédents, est suffisant pour convaincre les plus incrédules.

Mais il y a d'autres raisons tirées de la nature de ces plantes elles-mêmes, et qui ont aussi une grande valeur.

Leur apparition est tout à fait irrégulière et, de plus, la même espèce se rencontre sur des plantes diverses (ex. : *O. fusiformis* sur l'*Achlya leucosperma* vivant sur un Ver de la farine, et sur l'*A. racemosa* Hild., développé sur une branche). La forme des sporanges est des plus variables dans le même filament, ainsi que leur nombre; les uns sont déjà adultes et énormes; les autres encore très-jeunes, d'une taille très-faible, et n'ont plus de nourriture, comme s'ils étaient venus trop tard après les autres dans l'intérieur du filament. L'utricule qui les contient est renflée de façons diverses, tandis que les oogones et les sporanges ont toujours à peu près la même forme. Il est singulier que dans ces renflements irréguliers, si peu en rapport avec ce qu'on remarque généralement, et les accumulations plasmatiques extraordinaires chez les Saprolégniées, M. Pringsheim voie un développement normal et régulier. Il est permis au moins de s'en étonner.

La forme des sporanges est celle des *Olpidium*, et la petitesse des zoospores est en outre un caractère qui avait déterminé M. Al. Braun à placer dans ce genre les productions qui nous occupent. Joignons à cela que ces zoospores présentent un cil unique et un mouvement saccadé. Tout cela range les *Olpidiopsis* dans les Chytridinées.

Si les corps agiles ne germent pas dans l'eau, objection que M. Pringsheim reproduit sans cesse, ce n'est pas une raison pour leur refuser le rôle de zoospores : on a insisté plus haut sur ce fait, que chez les Chytridinées entophytes elles ne s'entourent d'une membrane que longtemps après leur pénétration dans l'intérieur de la plante nourricière (p. 116).

Quant à l'opinion qui voudrait que les corps agiles fussent des anthérozoïdes, les sphères échinées étant les organes femelles, elle ne repose sur aucun fondement. Les corps agiles sont produits souvent en grand nombre, sans qu'on aperçoive le développement simultané d'une sphère échinée. Et par où pénétreraient ces anthérozoïdes si petits et si délicats? Du reste, les filaments non perforés contiennent ces spores échinées en même temps que des sporanges, qui déversent ces corps agiles non pas dans l'intérieur, mais bien *au dehors*. — Comment alors aurait lieu cette fécondation?

Du reste, M. Pringsheim n'a pas l'air d'attacher beaucoup d'importance à cette vue de l'esprit, et ne s'y arrête pas.

Pour terminer, il ne sera pas inutile de citer le passage du livre de M. de Bary (1), où il juge ces productions et la théorie à laquelle elles ont donné lieu.

« Une autre opinion que le même auteur réfute, voudrait que ces corpuscules fussent des parasites venus du dehors dans les cavités du *Saprolegnia* et fructifiant aux dépens de son protoplasma; ce sentiment s'appuie principalement sur la grande ressemblance de ces corpuscules avec certains parasites véritables, tels que les *Chytridium*. Il peut s'étayer également de ce que M. Pringsheim a observé près des corpuscules dont il s'agit, et dans leurs conceptacles, des globules finement hérissés, semblables à ceux qui ont été souvent rencontrés chez les *Spirogyra*, *Vaucheria* et autres Algues, et qui appartiennent sans conteste à des végétaux parasites de celles-ci. Les raisons que M. Pringsheim apporte contre cette appréciation, et qu'il serait trop long de reproduire ici, doivent avoir perdu de leur

(1) *Morph. und Phys. der Pilze*, p. 157; et *Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1866, t. V, p. 346.

valeur à la suite des nouvelles observations qui ont été faites sur la biologie de ces parasites microscopiques, *et tout semble devoir être remis à l'étude.* »

C'est cette étude que j'ai entreprise, et mes conclusions sont contraires à la théorie de M. Pringsheim.

Étude systématique. — J'ai rencontré plusieurs fois des sporanges d'*Olpidiopsis* non accompagnés de spores immobiles, sur des *Saprolegnia*, des *Achlya* et sur le *Dictyuchus monosporus* Leitgeb ; dans ce cas, on ne peut savoir avec certitude à quelle espèce les rapporter : ce sont elles seules, en effet, qui peuvent décider du nom spécifique. Cela n'empêche pas, vu l'analogie de toutes ces formes, de les représenter pour l'explication du texte, car elles ont souvent offert des matériaux plus complets que les espèces déterminables spécifiquement.

Sur un Crapaud mort trouvé dans les bassins du Muséum, au mois de mars 1869, végétait un *Saprolegnia* fortement attaqué par un *Olpidiopsis.* Les filaments étaient renflés en sphère ou en massue, ou dilatés sur une grande partie de leur longueur. Les sporanges étaient tantôt tous égaux et ovoïdes; tantôt on en voyait quelques-uns très-gros et un grand nombre de beaucoup plus petits (1). Il y avait alors une variété de formes considérable ; les uns étaient oblongs, d'autres réniformes, et d'autres ovoïdes. Aucune autre fois je n'ai vu des différences aussi grandes, et il était nécessaire de les citer.

M. Al. Braun a décrit, sous le nom de *Ch. Saprolegniæ*, une espèce que des éléments incomplets ne lui ont pas permis de caractériser : ce nom mérite cependant d'être conservé, l'auteur y a droit ; ce sera de plus un hommage rendu à la sagacité du célèbre professeur, qui détermina un parasite avec des matériaux aussi imparfaits et presque à priori. Le nom qu'il a donné, si l'on ne considérait que les sporanges, pourrait s'appliquer aux trois premières espèces d'*Olpidiopsis.* Une seule d'entre elles vient sur un *Saprolegnia;* ce sera donc à celle-là que nous limi-

(1) Planche 3, fig. 1-7.

terons l'espèce de M. Al. Braun. Il est possible que dans la suite on la rencontre sur des espèces du genre *Achlya;* mais avant tout il faut donner un nom raisonnable, et il serait singulier d'appeler maintenant *O. Saprolegniæ* une espèce venant sur un *Achlya.*

Olpidiopsis Saprolegniæ (A. Br.) (pl. 3, fig. 10).

Il a été rencontré sur un petit *Saprolegnia* développé sur un Puceron du Rosier jeté dans l'eau. Cette petite forme rappelait celle qui a été représentée par M. Cohn (1).

Les filaments renflés ne contenaient qu'un seul sporange, comme dans l'espèce de M. Al. Braun; un seul tube de sortie se montre sur le côté dans la figure donnée ici, pl. 3, fig. 10. Les sporanges étaient sphériques; vides, ils n'avaient ni plis ni rides, et étaient d'une régularité parfaite. Les spores immobiles étaient munies d'échinules très-petites et extrêmement nombreuses; elles étaient accompagnées d'une cellule adjacente, à parois lisses (2).

C'est uniquement à cette espèce qu'est désormais restreint le nom d'*O. Saprolegniæ* (A. Br.). La forme des sporanges, si variable dans les espèces de ce groupe, n'est pas forcément sphérique; elle peut probablement varier : le caractère de l'espèce n'est pas tiré de là, mais de la présence d'une cellule adjacente lisse, accolée à une oospore munie d'échinules nombreuses, isolées et non formées par des crêtes. L'indétermination spécifique du *Saprolegnia* est peu importante, car les espèces d'*Olpidiopsis* ne semblent pas rigoureusement confinées dans une seule.

Olpidiopsis Index (pl. 3, fig. 11).

Cette espèce se développa sur un *Achlya* végétant sur des insectes, en novembre 1868; les sporanges étaient elliptiques, comme ceux de la fig. 4, souvent solitaires et d'une taille assez considérable. Elle fut conservée dans une préparation ; ce n'est

(1) *Nova Acta nat. cur.*, t. XXIV, pl. 17, fig. 1 et 2. Elle végétait sur une *Daphnia.*
(2) On en voit quelquefois deux, mais c'est un cas rare (pl. 3, fig. 10, *a*).

que beaucoup plus tard que j'aperçus la cellule adjacente échinulée. Elle constitue ainsi une espèce nouvelle. Cette cellule échinulée et vide, différant par là des sporanges ou des spores immobiles, avec lesquels on pouvait la confondre, a donc une grande importance. Je propose, à cause de cela, d'appeler l'espèce qu'elle caractérise, *O. Index*. Les spores immobiles sont munies d'échinules très-petites et très-nombreuses. On ne voit pas de dessins ou de crêtes à la surface; les échinules de la cellule adjacente sont beaucoup plus clair-semées, plus larges et plus courtes.

Olpidiopsis incrassata (pl. 4, fig. 12).

J'en ai trouvé une seule fois deux échantillons. Il vivait dans les filaments d'un *A. racemosa* Hild., développé sur des branches tombées dans l'eau, en avril 1869, à Villeherviers (Loir-et-Cher).

Ce qui distingue cette espèce des autres, c'est la forme ovale de ses spores immobiles non échinulées. Leur couleur est jaune brunâtre; le contenu est épais, granuleux sur les bords, plus clair au centre et muni parfois de gouttelettes oléagineuses. La paroi est entourée à l'extérieur d'un épaississement irrégulier, qui paraît être constitué par une matière analogue à celle qui forme les dents chez les autres espèces. Il n'y avait pas de cellule adjacente visible, à moins que l'une des cellules claires qui touchent la spore supérieure n'en soit une (fig. 12, *a*).

On pourrait peut-être se demander si ce ne seraient pas des sporanges d'une autre espèce arrêtés dans leur développement et environnés de plasma contracté. A cela on peut répondre que les sporanges étaient tous vides, même les plus petits, d'ordinaire tués ou affamés par les gros, qui absorbent tout le plasma; les spores sont justement d'une taille supérieure à ces sporanges et auraient dû être en avance sur eux, comme il a été dit plus haut (page 142).

Ne seraient-ce pas des spores immobiles arrêtées dans leur développement? Cette cause, qui les aurait tuées, n'a pas empêché les sporanges d'émettre leurs zoospores; donc elle aurait été

postérieure à leur évacuation; mais à cette époque les spores immobiles sont à peu près arrivées à l'état adulte.

Ces deux hypothèses sont donc également inadmissibles. Ce qui motive cette discussion, c'est que cette espèce, rencontrée en si rares échantillons, est la seule, parmi les parasites des Saprolégniées, qui présente des parois lisses. Ce fait n'est cependant pas rare chez les autres Chytridinées; on peut citer comme exemple les *Phlyctidium vagans* et *decipiens* (1). (Voy. p. 121.)

Olpidiopsis fusiformis (pl. 4, fig. 1-4).

Cette espèce a été rencontrée sur l'*Achlya leucosperma*, en juillet 1869; sur l'*A. racemosa* Hild., récolté dans l'eau sur des branches, près de Romorantin (Loir-et-Cher), dans les mares de Longueville en mai 1871; sur un *Achlya* indéterminé, très-grêle et peu riche en plasma, qui végétait sur des branches, en octobre 1871, près de Romorantin.

Les sporanges sont caractéristiques dans cette espèce, ils sont presque tous très-allongés, fusiformes ou réniformes linéaires. Quand ils sont jeunes, ils sont linéaires et grêles; plus haut il a été question des avantages que présente cette espèce pour l'étude, à cause de la différence entre les spores immobiles et les sporanges. Le renflement au milieu duquel ils se trouvent est très-allongé et le filament longuement conique à la partie supérieure; jamais on ne voit de dilatation ovale ou sphérique.

Les spores immobiles (fig. 4) sont assez différentes de celles qui ont été signalées plus haut dans les deux premières espèces, quoiqu'elles en soient voisines cependant. Les dents sont coniques, subulées, formées d'une substance incolore, beaucoup plus larges et plus longues à la base que dans les autres cas; elles sont par contre moins nombreuses. Un coup d'œil jeté sur la planche suffira pour faire comprendre la différence. La cellule adjacente est lisse, située entre les dents, qui se soudent à sa paroi du côté où elles la touchent. C'est sur cette espèce que le développement des spores immobiles a pu être suivi : elle a donc aussi une assez grande importance.

Olpidiopsis Aphanomycis (pl. 4, fig. 11).

Il a été rencontré dans les bassins du Muséum, en juillet 1869, sur un *Aphanomyces* indéterminé, développé sur le squelette externe abandonné par une Tipule ; je ne l'ai pas retrouvé depuis ; les spores immobiles sont inconnues. Les sporanges sphériques ou ovoïdes se rencontrent dans l'intérieur de renflements situés à l'extrémité de courts rameaux (fig. 5), ou bien sont intercalaires ; ils sont solitaires ou groupés par trois au plus. Le développement est le même que dans les autres cas; les tubes pour la sortie des zoospores (fig. 10 et 11) paraissent relativement plus gros. Le développement des zoospores n'a pas été vu, non plus que leur sortie ; mais tout semble être identique avec ce qui a lieu chez les autres espèces. Malgré les lacunes très-considérables que contient l'étude de ce parasite, il paraît difficile de le ranger parmi l'une des espèces précédentes. Le genre *Achlya* en nourrit trois, le genre *Saprolegnia* au moins une, et il ne semblera pas déraisonnable de séparer sous le nom d'*O. Aphanomycis* un parasite qui s'éloigne notablement des autres. La position, le plus souvent intercalaire, des sporanges, qui sont généralement isolés, et le diamètre assez considérable de leur tube de sortie, sont, à mon sens, des raisons qui justifient suffisamment l'établissement de cette espèce.

Deuxième groupe. — CHYTRIDINÉES ADHÉRENTES.

Genre ROZELLA.

R. Monoblepharidis, Rhipidii spinosi, Apodyæ brachynematis, septigena.

Généralités. — Ce genre, qui comprend quatre espèces, est constitué par des parasites dont la paroi du sporange se soude avec le filament qui les nourrit, de telle sorte qu'il est impossible de découvrir deux couches au point où la membrane est cependant double.

Quelquefois la soudure n'a pas lieu sur toute la surface du

sporange; c'est le cas des espèces qui peuvent développer des sporanges dans une partie moyenne des filaments attaqués; c'est un cas normal chez le *R. Monoblepharidis*, une exception chez le *R. septigena*. Lorsque le sporange du parasite occupe l'extrémité d'un filament, il se soude entièrement avec la paroi, sauf sur une petite surface qui reste libre et simule une cloison. On dirait qu'on a affaire à un sporange de la plante attaquée, mais les modifications du contenu ne ressemblent en rien à ce qu'on observe chez les Saprolégniées et rappellent en tout point ce qui a été décrit chez les *Olpidiopsis*. Les zoospores s'échappent par une ouverture circulaire qui provient de la dissolution d'une papille, représentant le tube de sortie des espèces libres, et dont elle est, pour ainsi dire, le rudiment.

Ce qui distingue le *R. septigena* des autres espèces, c'est qu'il développe ses sporanges dans des portions de filament non modifiées, et que plusieurs d'entre eux peuvent être situés à la suite les uns des autres et simuler ainsi une série de cloisons naturelles. Quand le sporange est solitaire, suivant qu'il est terminal ou intercalaire, il établit la transition entre les différentes espèces.

Le développement du parasite et la soudure avec les parois sont dus à des phénomènes spéciaux. Le *Rozella*, comme les *Olpidiopsis*, mais d'une façon plus saisissante, vit longtemps à l'état de plasmodium, dans l'intérieur du filament, au milieu du plasma; il ne s'entoure d'une membrane que quelque temps après qu'il en a atteint les parois. Nous y reviendrons en étudiant le *R. septigena*.

Les spores immobiles sont sphériques, munies d'échinules; elles sont toutes semblables entre elles, non munies de cellules adjacentes, et, sauf cela, sont très-analogues à celles des *Olpidiopsis* (1). Leur développement est identique; elles proviennent d'un globule renfermé dans une portion renflée, quelquefois accidentellement cloisonnée, qui se nourrit aux dépens du plasma environnant. Les échinules naissent au milieu d'une auréole claire, exsudée par le globule déjà entouré d'une membrane lisse.

(1) C'est pour cela que je n'attribue pas une très-grande importance à la cellule adjacente.

Les spores sont trop rares pour que le développement ultérieur ait pu en être recherché. Le parasitisme de ces formations sera démontré à propos de chaque espèce.

1.° *Rozella Monoblepharidis polymorphæ* (pl. 4, fig. 13-18).

Ce parasite a été rencontré au mois de juin 1869, sur le *Monoblepharis polymorpha*, cultivé depuis les premiers jours de mai. Le *Monoblepharis*, après avoir bien végété pendant quelques jours, devint de moins en moins florissant; je finis par le laisser de côté. C'est en cherchant, après un mois, à me rendre compte de l'état dans lequel il se trouvait, que j'observai le parasite. Le *Rozella* était déjà trop avancé; les sporanges avaient émis leurs zoospores, mais je fus assez heureux pour découvrir les spores immobiles.

Quoique assez incomplète, l'histoire de ce parasite est une de celles dont on peut tirer les conséquences les plus importantes. Les sporanges ne sont pas situés, comme dans les espèces précédentes, à l'extrémité des filaments, mais en un point quelconque. Leur présence détermine des renflements considérables qui vont jusqu'à huit fois le diamètre primitif du filament (pl. 4, fig. 13) ; leur forme est ovoïde. Mais ici un fait nouveau se présente : leur membrane est soudée latéralement avec la paroi du *Monoblepharis* ; la portion supérieure et la portion inférieure de la membrane demeurent libres et plus ou moins planes ou convexes.

Le fait de cette soudure entre les parois de deux plantes si différentes, qui nous apparaît pour la première fois, est très-singulier; il est mis hors de doute par certains sporanges et particulièrement par celui qui est représenté fig. 13, *b*. On voit la membrane du *Rozella* et la paroi du *Monoblepharis* arriver au contact; mais une fois ce contact établi, la soudure est si intime et si complète, que les meilleurs objectifs ne peuvent les séparer ; l'emploi même des objectifs à immersion ne met pas en évidence que la paroi est double.

On connaît des exemples de soudure aussi intime, mais seulement entre des membranes de la même plante ; ils se présentent

chez les espèces à sporanges prolifères, chez tous les *Saprolegnia*, chez quelques *Pythium* et le *Monoblepharis prolifera*, mais jamais entre des membranes d'origine aussi dissemblable.

L'ouverture du sporange se voit sur le côté (fig. 13, *p*). Elle est assez étroite, à bords nettement limités; c'est le premier exemple des ouvertures que nous rencontrerons chez tous les parasites qui nous restent à étudier. Quoique je ne l'aie jamais observé, je n'hésite pas un seul instant à affirmer que cette ouverture doit succéder à un organe dont nous parlerons plus loin et qui existe dans les autres espèces, je veux dire une *papille*. Elle est de forme constante dans toute la série et est l'organe qui représente le tube de sortie émis par les sporanges libres. Les tubes de sortie, qui doivent livrer passage aux zoospores, ont un double rôle à remplir : d'abord atteindre la paroi de la plante hospitalière, c'est ce qui détermine leur allongement, et ensuite perforer cette paroi; mais dans le cas où la paroi est directement en contact et même soudée avec la membrane du parasite, le second rôle reste seul à remplir : c'est dans ce cas que se montre la papille; elle est donc, comme il a été dit, le représentant du tube de sortie des zoospores réduit à sa partie perforatrice. La constitution des papilles explique ainsi celle des tubes de sortie, et réciproquement : elle permet de décider quelle est la portion qui perce la paroi de la plante hospitalière; c'est l'extrémité seulement, cette portion remplie d'un plasma non granuleux et assez clair, qui est de forme hémisphérique et termine le tube. C'est cette portion qui a le même aspect et en partie le même rôle chez le *Pythium Cystosiphon* et chez les *P. utriforme* et *imperfectum*.

Il n'a pas été démontré encore que nous ayons bien affaire à un parasite et non à un organe de reproduction du *Monoblepharis*. Les organes sexuels du *M. polymorpha* sont connus, ils ont été décrits plus haut; quant aux formations qui nous occupent, elles n'ont pas trait à la reproduction, puisque la plante hospitalière est déjà munie de ses deux sortes d'organes. On pourrait invoquer qu'on a peut-être là une autre espèce; mais ces formations ayant été trouvées sur des filaments déjà por-

teurs des organes de reproduction, il n'y a pas d'ambiguïté possible (fig. 13 : *o*, oogone ; *a*, anthéridie); il faut donc abandonner cette hypothèse. La présence des spores immobiles vient encore confirmer ce fait du parasitisme, qui ne peut faire désormais l'objet d'un doute. Il fallait insister sur cette démonstration, car le premier développement de ce *Rozella* n'a pas été observé, non plus que la sortie des zoospores.

Les spores immobiles (fig. 15-18) sont sphériques, brunes, à parois hérissées de pointes nombreuses, et diffèrent assez peu de celles des espèces précédentes ; il n'y a pas de cellule adjacente. Elles sont situées, en général, au centre d'un filament renflé du *Monoblepharis* (fig. 16) ; quelquefois à la base d'une bifurcation ou d'un rameau (fig. 17) ; quelquefois elles ont déterminé une dilatation irrégulière (fig. 18), et sont placées en un point quelconque de cette dilatation. — N'ayant eu affaire qu'à une plante qui avait terminé sa végétation et peut-être un peu altérée, je ne puis rien dire de leur développement.

Les divers états que j'ai rencontrés me permettent cependant d'affirmer qu'il paraît être le même que dans les spores immobiles de toute la série ; la membrane est primitivement lisse (fig. 15) ; plus tard elle se charge d'épines en s'épaississant un peu. Le contenu tel qu'il est représenté (fig. 16 et 17) dans l'intérieur des spores adultes est vraisemblablement altéré.

Cette espèce se distingue des autres, d'abord par son habitat, et ensuite par la soudure intime d'une partie du sporange avec le filament nourricier. — L'étroitesse du filament n'est pas la cause de cette soudure : l'*Olpidiopsis Aphanomycis* (fig. 5-11) le prouve sans réplique.

Ce parasite, malgré les lacunes que contient l'histoire de son développement, est l'une des espèces les plus importantes de la série que nous étudions : il nous fait passer du groupe des Chytridinées libres dans l'intérieur des filaments, aux espèces entièrement soudées ; c'est un intermédiaire précieux et dont la valeur n'échappera à personne ; je propose de le nommer *Rozella Monoblepharidis*. Il vivait sur le *M. polymorpha*, végétant parmi un certain nombre d'autres espèces ; aucune ne se

montra attaquée par ce champignon, qui paraît spécial au *Monoblepharis*.

Si nous cherchons à nous rendre compte avec quelles espèces notre parasite a le plus d'analogie, nous trouvons, d'une part, qu'il rappelle l'*Olpidiopsis Aphanomycis* par la position des sporanges, qui ne sont pas situés à l'extrémité des filaments, mais en un point quelconque; d'autre part, il rappelle certaines formes du *Rozella septigena*, celle par exemple qui est figurée pl. 6, fig. 8, 9 et 17, *g*, où les sporanges sont situés en un point quelconque des tubes du *Saprolegnia*. On voit par là quel lien réunit entre elles les espèces, et comment l'une peut servir à expliquer l'autre. Il est fort regrettable, surtout en présence de ce qui a été vu chez le *R. septigena*, que la formation des sporanges n'ait pas pu être observée.

2. *Rozella Rhipidii spinosi* (pl. 5, fig. 1-9).

L'étude du *Rhipidium spinosum* n'a pu être menée à bonne fin; ce fut en partie à cause de la présence d'un parasite : c'est ce parasite dont il va être question ici. (Voy. p. 15.)

Les sporanges du *Rhipidium* sont les seules parties qui le contiennent; il s'y développe en deux sortes d'organes reproducteurs : les zoospores et les spores immobiles. Comme ce *Rhipidium* est imparfaitement connu, on peut se demander si je n'ai pas pris pour un parasite l'un des modes de reproduction de la plante; nous verrons plus loin que non.

Les sporanges de l'*O. Saprolegniæ* (A. Br.) et des espèces voisines sont libres dans l'intérieur des filaments attaqués; ceux du *R. Monoblepharidis* sont en partie soudés aux parois de la plante nourricière; ici le *Rozella* est complétement soudé dans toutes ses parties avec la membrane du *Rhipidium*, et l'observation directe ne permet pas plus de séparer la ligne de suture que dans l'espèce précédente. Il occupe un article terminal renflé de façon à simuler un véritable sporange.

Les sporanges remplis par le parasite se distinguent des sporanges normaux assez difficilement au premier abord; l'aspect

du plasma dans le développement ultérieur et la présence de la papille spéciale aux Chytridinées donnent cependant de bonnes indications. Il y a aussi quelquefois une légère différence de forme; tandis que les sporanges sains sont plus ou moins régulièrement allongés ou ovoïdes, les autres sont en général piriformes renversés.

Dans le premier âge (fig. 1), les sporanges attaqués ressemblent aux jeunes sporanges ordinaires et ne présentent rien de saillant; mais plus tard, après la formation de la cloison, on constate dans le plasma un changement notable; on voit apparaître un certain nombre de vacuoles (fig. 2), gouttelettes d'un liquide clair au milieu du plasma trouble : le sporange prend cet aspect écumeux caractéristique de nos parasites et qu'on ne rencontre jamais dans les sporanges des Saprolégniées.

Les vacuoles diminuent ensuite en diamètre et augmentent en nombre; le contenu devient plus trouble et plus foncé; bientôt après il se dispose en petites sphérules (fig. 4), indiquées d'abord par des espaces clairs. Ces sphérules prennent un contour de plus en plus net; ce sont les futures zoospores. Elles s'agitent dans l'intérieur, d'un mouvement d'abord lent et vague et glissent les unes sur les autres en restant à la même place, puis se déplacent les unes par rapport aux autres; et quand ce mouvement est devenu rapide, elles sont sur le point de s'échapper du sporange.

L'ouverture par laquelle se fera la sortie est indiquée par une papille de forme particulière (fig. 2, *p*), que nous retrouverons chez les espèces suivantes. La place de cette papille est constante, elle est située au sommet du sporange; elle est hémisphérique, formée par le repli de la portion la plus interne de la paroi, qui sort au dehors; la membrane en est très-mince. Le contenu est clair et sans aucun granule; il rappelle celui qui termine les tubes d'émission des *Pythium* à sporanges munis de tubes de sortie.

La papille ne se rompt pas tout d'un coup, elle se dissout avec lenteur, pendant que les phénomènes décrits plus haut se passent successivement, et devient alors indistincte. Lorsque les zoospores s'agitent, la papille a déjà disparu, et cependant la

sortie n'a pas lieu : il semble que le sporange soit encore fermé par du mucus invisible, comme cela se présente avec des modifications particulières chez le *Chytridium roseum* de Bary et Wor. (1); elle disparaît en laissant à sa place une ouverture circulaire très-nette (fig. 3 *o*).

Le moment de la sortie arrive enfin. Les zoospores sont lancées par l'ouverture une à une avec une assez grande force; elles s'arrêtent à une demi-longueur du sporange; elles y restent quelques secondes sans mouvement et comme enveloppées dans un mucus qui les rend immobiles : on voit leur cil unique, roide et sans mouvement, qui est sorti après la partie plasmatique (fig. 3).

Elles commencent, après une ou deux minutes, à s'agiter, d'abord lentement, puis par des mouvements brusques et saccadés, et se délivrent à la fin. Quand un certain nombre sont déjà délivrées, les autres s'échappent, et nagent aussitôt après leur sortie, sans aucun temps d'arrêt; il semble alors que le mucus invisible, qui arrêtait les premières, ait été dissous ou dispersé. Ces zoospores sont réniformes (fig. 3 *d*), munies d'un seul cil, égal à trois fois environ leur longueur et dont elles se servent comme les zoospores des autres Chytridinées. Leur mouvement est saccadé et ne dure que quelques minutes. Elles sont formées d'un plasma pâle contenant quelques granules vers les extrémités et surtout à la base du cil. On en voit aussi de sphériques et d'elliptiques. Somme toute, la forme est très-variable chez ces petits corps. La forme normale est presque identique chez tous les parasites des Saprolégniées, mais ils s'altèrent avec la plus grande facilité, à cause de leur grand nombre et de la pression qu'ils subissent, des conditions défavorables dans lesquelles se trouvent les touffes arrachées et dissociées qu'on étudie, etc.

Ces zoospores deviennent ovales ou sphériques et s'arrêtent; elles se décomposent ensuite sans germination : on pourrait se demander encore si ce sont bien réellement des zoospores; cette question a été plus haut spécialement examinée.

(1) *Comptes rendus de la Société des naturalistes à Fribourg en Brisgau*, vol. III, livr. II, trad. *Ann. sc. nat.*. Bot., 5e série, 1865, t. III, p. 263.

L'ouverture du sporange a la forme d'un cercle dont le diamètre est de beaucoup supérieur à celui de la zoospore; là aussi il doit y avoir une gaîne de mucus incolore, qui rétrécit l'ouverture et ne laisse le passage libre que pour un seul de ces petits corps. On a remarqué un fait analogue chez les *Synchytrium* de Bary et Wor. (1). Les bords de l'ouverture sont très-nets et sont situés sur le contour même du sporange; il n'y a pas la moindre trace de prolongement, comme on en rencontre dans les sporanges sains du *Rhipidium spinosum* abandonnés par les zoospores.

Les organes échinés (fig. 4) du *Rhipidium* nourrissent aussi le *Rozella :* seulement la papille n'est pas toujours visible; elle est située à la partie supérieure, et se trouve ainsi parfois engagée au milieu des épines et cachée par elles.

On constate donc le rôle identique que jouent, vis-à-vis du *Rozella*, les deux sortes de cellules échinées ou non; ceci est intéressant à noter, surtout parce que j'ai rencontré peu de données sur la fonction de ces organes munis d'épines. C'est en partie pour cette raison que je les considère comme des sporanges du *Rhipidium*.

Il a été dit plus haut que la membrane du sporange du *Rozella* se soudait intimement avec celle du sporange du *Rhipidium*, de sorte que les deux membranes soudées devenaient indistinctes. Mais on peut donner une preuve de ce fait. Elle réside dans la constitution de la cloison du sporange attaqué. Nous avons vu que la cloison est formée par un dépôt de cellulose (2) dans le canal de l'étranglement situé sous le sporange : cette cloison atteint une épaisseur parfois supérieure à deux fois son diamètre (fig. 5). Or, ici, il n'y a rien de semblable; l'étranglement, dont les parois s'épaississent en général, a gardé le diamètre ordinaire; la cloison n'est pas formée par un long et grêle cylindre de cellulose, mais par une membrane mince, qui semble la continuation de la paroi du sporange. Il y a donc une différence considérable avec ce qui se montre d'or-

(1) *Loc. cit.*

(2) Voy. 1re partie, p. 15.

dinaire : cette membrane mince serait la portion libre du sporange du parasite; elle correspond à l'une des surfaces libres du *R. Monoblepharidis*. Cette membrane se montre lorsque le sporange a déjà atteint la grandeur normale. Il y a là une difficulté à résoudre : le sporange du *Rozella* a-t-il existé, avec sa propre membrane et libre de toute adhérence, dans l'intérieur du *Rhipidium?* La question se posera à propos du *Rozella septigena*, où le développement a été suivi de plus près, et elle est résolue par la négative.

Le développement de la papille a lieu très-probablement, comme cela a été observé chez cette dernière espèce, par la sortie au dehors de la membrane propre du *Rozella*. La grande minceur de la paroi montre que ce n'est plus celle du *Rhipidium;* il n'a cependant pas été possible, comme dans l'exemple cité, de séparer, même dans le voisinage de la papille, les deux parois de la plante nourricière et de son parasite.

Deuxième mode de reproduction (pl. 6, fig. 6-9). — Le *Rozella* qui nous occupe a été rencontré aussi à l'état de spores immobiles, et c'est de ce second mode de reproduction qu'on tire des preuves irréfragables du parasitisme.

Les spores immobiles sont pareilles à celles qui ont été signalées dans les *Olpidiopsis Saprolegniæ* (A. Br.), *Indicæ* et *Monoblepharidis*, avec de légères différences; elles sont sphériques, et munies de petites échinules. Leur couleur est d'un brun jaunâtre ou rougeâtre, le contenu est trouble. On voit que par leur forme et leur constitution, elles ne rappellent en rien les oospores des Saprolégniées.

Voici comment elles se forment. Au milieu du plasma disposé en traînées plus ou moins nettes et rempli de vacuoles, se montre un globule plus sombre et un peu brunâtre (fig. 6 *sp*, *b* et *c*) ; l'ammoniaque dissout à peu près tout le plasma qui l'entoure et le met assez clairement en évidence. Il est formé d'une matière transparente et réfringente, dans laquelle sont accumulés un grand nombre de granules qui donnent à l'ensemble une couleur foncée spéciale : c'est le début, la première appa-

rence de la spore. Est-elle déjà environnée d'une membrane? Cela est difficile à décider, quoique peu probable; mais les contours en sont déjà nets, et l'ammoniaque n'en disperse pas les éléments comme ceux du plasma environnant.

Avec le temps, ce globule s'accroît et devient un peu plus foncé ; les matières qui l'environnent disparaissent ; elles ne subsistent à la fin que sous la forme de longues traînées maigres et déliées (fig. 9 *a*), qui finissent par devenir indistinctes; il ne reste bientôt qu'une couche plasmatique plus ou moins épaisse sur les parois du *Rhipidium*. A cet instant, le gros globule, qui joue assez bien l'aspect de la gonosphérie d'un oogone de Saprolégniée, s'est souvent rapproché de la paroi (fig. 7 et 9). En cinq ou six heures, sur le porte-objet, il regagne le centre et se montre plongé au milieu d'un liquide clair, peu granuleux et très-peu réfringent. Des modifications très-notables vont se montrer désormais.

Le plasma, qui était condensé sur les parois du faux oogone, se disperse en granules dans tout l'intérieur : on aperçoit alors qu'il est muni d'une membrane mince. Bientôt le globule du *Rozella* paraît entouré d'une auréole claire, formée d'une matière incolore et d'apparence gélatineuse, qui semble exsudée par lui (fig. 8 et 9 *b*). L'intérieur du globule est toujours trouble et rempli de granules très-petits ; puis, dans l'auréole claire se montrent çà et là (fig. 8) des lignes déliées, figurant des rayons très-grêles : elles deviennent de plus en plus nettes et finissent par se montrer sur tout le contour (fig. 9 *b*). L'auréole s'élargit, de sorte que les stries, futures échinules, sont englobées dans la masse qui s'étend au delà de leur extrémité. Ce mucus, très-visible, parce qu'il est sans granules, refoule les parties plasmatiques granuleuses, ou bien ces dernières sont absorbées par la nutrition de la spore. Quoi qu'il en soit, le résultat est le même, l'auréole devient diffuse, les granules disparaissent, et la spore acquiert la forme et la couleur qu'elle a à la maturité, et qui est décrite plus haut.

Pendant que ces phénomènes s'accomplissent, il n'est pas rare de voir le canal de l'étranglement s'oblitérer et se fermer.

Mais cette formation est si variable de nature et de position (fig. 8 et 9), qu'on reconnaît un développement anormal, sorte d'hypertrophie irrégulière de la membrane, déterminée par la présence du parasite. De même que les zoospores, les spores immobiles se rencontrent dans l'une et l'autre sorte de sporanges; mais les spores dominent surtout dans les sporanges échinés, tandis que les zoospores se montrent surtout dans les sporanges lisses. C'est du moins ce que m'ont présenté mes échantillons.

J'ai promis de donner une preuve irréfutable que ce corps appartient bien à un parasite et nullement au *Rhipidium*. On pourrait prendre le globule dont nous venons de parler pour une gonosphérie, et la cellule qui le contient pour un oogone; comme le second appareil de reproduction est inconnu dans l'espèce qui nous occupe, on pourrait s'arrêter à cette hypothèse. La forme des spores adultes, si différente de celle des *Rhipidium*, si semblable au contraire à celle des autres Chytridinées, suffirait déjà pour l'écarter; mais il y a d'autres preuves tirées des organes en litige eux-mêmes, et qui prouvent, sans autre considération, que nous avons bien affaire à un parasite et nullement à des organes reproducteurs.

Pour pouvoir, avec juste raison, considérer comme une gonosphérie le globule cité plus haut, il faudrait qu'il existât un organe fécondateur dans le voisinage ou en un point quelconque de la plante. Nous voilà amenés à nous demander si ces corps agiles, qui naissent dans certains faux sporanges, ne seraient pas des anthérozoïdes destinés à féconder la gonosphérie. Nous nous trouvons de nouveau en présence de l'une des hypothèses de M. Pringsheim, mais avec une modification tenant à la position spéciale des organes attaqués du *Rhipidium*.

Si cette hypothèse était exacte, il faudrait d'abord que le prétendu oogone fût fermé par une cloison; dans toutes les Saprolégniées, comme dans les espèces de la classe des Algues, la gonosphérie n'est jamais libre dans le filament, mais formée dans une cellule spéciale. Dans les Algues on trouve toujours des oogones séparés du reste du filament. Ex.: les *Vaucheria*. Ici, au contraire, les articles qui contiennent les gonosphéries

sont fréquemment dépourvues de cloison (fig. 6 et 7). Il faudrait surtout, et ceci est d'une importance capitale, que cet organe fût *perforé* pour livrer passage aux anthérozoïdes : nous avons vu ces perforations dans les Saprolégniées (*Monoblepharis*) ; elles se montrent dans toutes les Algues qui possèdent des anthérozoïdes, *Œdogoniées*, *Vaucheria*, *Sphæroplea*. Or, ici, rien de semblable : la membrane ne présente aucune solution de continuité, et ce n'est pas l'anthérozoïde qui, dans toute la série des Cryptogames, Fougères et groupes voisins, Mousses, Hépatiques, Champignons, Algues, quand il y existe, est toujours une formation très-délicate et très-altérable, qui pourrait perforer une membrane aussi épaisse : c'est pour cela qu'il a toujours à féconder un globule placé dans un sac largement ouvert, ou muni d'une ou plusieurs perforations, ou même un globule entièrement libre.

Il résulte de ces dernières preuves que, d'après la conformation des organes sexuels dans la série, les organes qui nous occupent ne peuvent être considérés comme sexuels ; il faut donc absolument les rapporter à un parasite. En rapprochant ces considérations des précédentes, il ne reste plus le moindre doute.

Je vais reprendre brièvement les raisons qui me déterminent à attribuer à un parasite les organes qui viennent d'être étudiés ; il est important de ne laisser aucune hésitation dans l'esprit du lecteur, car nous aurons plus loin à décrire d'autres formations (*R. septigena* et *Woronina polycystis*), où les difficultés seront plus grandes encore.

On peut d'abord raisonner par analogie en comparant ce développement de nos sporanges à celui des sporanges des Chytridinées bien reconnues, *Olpidiopsis Saprolegniæ*, et autres ; le plasma écumeux à certains moments, la forme et la taille des corps agiles, l'aspect et le développement des spores immobiles, sont autant de traits d'union entre ces espèces ; les analogies avec le *Rozella Monoblepharidis* sont encore plus grandes. On peut considérer, d'autre part, le rôle et la constitution de ces organes : les sporanges en litige ne sont pas, comme les sporanges ordinaires des *Rhipidium*, fermés par une cloison épaisse (fig. 5), mais par une membrane mince (fig. 2'), qui est le prolonge-

ment de la portion la plus interne de la paroi (membrane du parasite). Les parties qui contiennent les spores immobiles ne sont pas toujours fermées par une cloison et ne peuvent être considérées comme des oogones ; elles ne portent en outre la trace d'aucune perforation, qui puisse permettre la pénétration des anthérozoïdes. De plus, la constitution des spores immobiles est fort différente de celle des oospores des *Rhipidium* et en général des Saprolégniées.

Nous allons voir que sur l'*Apodya brachynema* Hild. se montrent parfois des formations analogues et tellement semblables, que, sans des raisons qui me semblent sérieuses, j'aurais réuni les deux parasites sous le même nom : or, chez l'*Apodya brachynema*, les oospores sont connues et ont la plus grande ressemblance avec celles des *Rhipidium;* les spores échinées ne peuvent donc pas être attribuées à une Saprolégniée.

Ainsi, en résumé, ces divers organes, différant de ceux des Saprolégniées par leur forme et leur constitution, analogues au contraire à ceux des Chytridinées, appartiennent bien à un parasite voisin des espèces étudiées plus haut.

3. *Rozella Apodyæ brachynematis* (fig. 10-14).

Ce parasite fut rencontré en avril 1869, sur l'*Apodya* (*Leptomitus*) *brachynema* Hild. ; il occupait la plupart des cellules terminales, et la formation des zoospores était en partie empêchée par sa présence. Il offre avec l'espèce précédente les analogies les plus grandes. Il fut étudié avant elle, mais moins complétement : les deux espèces concordent tellement, que l'une est pour ainsi dire l'image fidèle de l'autre. De légères différences existent cependant entre elles ; les spores immobiles ne sont pas tout à fait identiques ; les échinules semblent être ici un peu plus courtes que dans le *R. Rhipidii*.

Sauf cela, tout le reste est identique. Elles sont l'une et l'autre parasites dans l'intérieur d'un sporange, et soudent leur propre paroi à la sienne : les spores immobiles occupent une position analogue.

Le développement du plasma est le même dans l'un et l'autre cas. Ce dernier prend l'aspect écumeux et se résout en zoospores; elles s'échappent au dehors après la dissolution d'une papille terminale (fig. 10 *a*, *p*), qui laisse à sa place un orifice circulaire dont les bords sont d'une grande netteté. Les zoospores sont allongées, munies d'un seul cil; elles ont été moins bien vues que dans l'espèce précédente (fig. 10 *b*, 11); le développement des spores immobiles n'a pu être suivi, cependant j'ai reconnu que la membrane est mince au début et lisse (fig. 12); c'est plus tard seulement qu'elle se couvre d'échinules (fig. 14 *a*).

La cellule à laquelle la membrane du parasite est soudée est un *sporange*, ayons-nous dit. On pourrait objecter que c'est peut-être simplement un article renflé et hypertrophié. La présence dans le *Rozella Rhipidii* d'épines sur certains des articles terminaux attaqués ne permet pas de s'arrêter à cette idée; les épines ne se montrent pas ailleurs que sur les sporanges; du reste il n'y a pas dans le *Rhipidium spinosum* d'articles nombreux, comme dans l'*Apodya*. Ce sont donc bien des sporanges et non des articles renflés chez le *Rhipidium*; chez l'*Apodya* il en doit être de même par analogie. La cloison qui ferme le sporange attaqué n'est pas très-différente de la cloison ordinaire; dans ce genre, les particularités relatives aux cloisons s'observent du reste avec difficulté. La grande analogie de cette formation avec la précédente fait qu'on peut se dispenser de répéter les raisons qui doivent en faire admettre le parasitisme; on n'a qu'à se reporter plus haut. Aux raisons qui y sont données, on doit joindre la présence bien constatée des oogones et des oospores. Les oospores sont sphériques ou un peu irrégulières, à parois épaisses, très-blanches et entièrement soudées avec celles de l'oogone. Les oogones sont fréquemment fixés à la base de larges filaments d'*Achlya*, vivant dans la même touffe, et les articles qui les supportent le sont aussi. On aperçoit ainsi un grand nombre d'oospores, mais les anthéridies sont très-peu nettes; elles se distinguent mal des filaments, qui portent les oogones voisins. Malgré l'état incomplet des observations, il

n'en reste pas moins acquis que l'*A. brachynema* possède des oospores pareilles à celles des autres Saprolégniées, et notamment du *Saprolegnia monoica* et des *Rhipidium*, et que les spores échinées, si semblables à celles des autres parasites, ne lui appartiennent en rien.

Le *Rozella Apodyæ* constitue une espèce distincte de la précédente. Cela est évident par les différences (quoiqu'elles soient légères) qui existent entre les deux parasites ; mais une preuve meilleure peut en être donnée. Sur la branche où vivait le *Rhipidium spinosum* végétait aussi l'*Apodya brachynema ;* le premier était entièrement attaqué par le *Rozella*, tandis que le second n'en présentait pas trace. Si le parasite avait pu vivre sur la seconde plante aussi bien que sur la première, il s'y serait transporté comme il s'était répandu sur tous les sporanges du *Rhipidium :* il n'en fut rien. Donc l'espèce qui vit sur le *Rhipidium* diffère de celle qui vit sur l'*Apodya*. C'est par un fait analogue que M. de Bary a reconnu que l'*Uromyces* de la Fève n'est pas le même que celui du Haricot (1), malgré la grande analogie extérieure des deux parasites et des plantes nourricières.

Disons, du reste, en terminant, que les deux Chytridinées qui nous restent à étudier, le *R. septigena* et le *Woronina polycystis*, vivaient également bien aux dépens de deux espèces : *Achlya polyandra* et *Saprolegnia spiralis*, qui végétaient sur le même substratum ; c'est l'exemple inverse : il montre que, si quelques parasites se localisent sur une plante unique, il en est d'autres qui se nourrissent indifféremment aux dépens de plusieurs espèces.

4. *Rozella septigena* (pl. 6).

Historique. — Évolution du sporange adulte. — Zoospores. — Le premier qui fit mention de ce parasite est M. Nægeli (2) ; il le

(1) *Développement des Champignons parasites* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XX, p. 89).

(2) *Zeitschrift f. wiss. Bot.*, p. 29, pl. IV, fig. 7 et 9.

rencontra sur une espèce indéterminée de *Saprolegnia*, et le considéra comme une deuxième forme de sporange. Il le regarda comme une modification de ces formations qui rentrent dans notre genre *Olpidiopsis*, et le crut tantôt adhérent, tantôt non adhérent (1).

M. Pringsheim le rencontra ensuite sur un *Saprolegnia* dépourvu de branches latérales et lui attribua un rôle important dans la fécondation, le rôle d'anthéridies. Cette théorie a été examinée plus haut (page 74), elle ne peut tenir devant les faits; il a parfois lui-même trouvé ces productions sur un *Saprolegnia* muni de branches latérales, rarement, mais il les trouva. Il essaya d'indiquer dans les branches latérales certaines différences avec les branches latérales normales, mais le doute peut subsister dans l'esprit du lecteur (2).

Une lacune laissée par M. Pringsheim, mais qui est naturelle dans l'ordre d'idées où il se trouvait, c'est le manque de détails sur le développement primordial de ces prétendus organes sexuels et la formation de ces singulières cloisons qui partagent le filament attaqué. J'ai repris cette étude, mais je n'ai pu réussir à tout observer ; les faits seront indiqués tels qu'ils ont été vus et les points qui restent à découvrir seront signalés.

Le *Rozella septigena* n'est pas beaucoup plus rare que les parasites de la première section; on en trouve souvent des cas isolés. Je l'ai rencontré abondamment et se prêtant à l'étude, en décembre 1869, dans un étang de Chaville, sur l'*Achlya racemosa* Hild. ; en novembre 1871, dans le même étang, sur un *Achlya* indéterminé (dans les deux cas les Saprolégniées vivaient sur des branches de Peuplier), et surtout en avril et mai 1871, sur le *Saprolegnia spiralis* et l'*Achlya polyandra* Hild., végétant sur du biscuit de munition, dans un bassin à l'École normale supérieure.

Les filaments attaqués, parfois renflés irrégulièrement, parfois non modifiés (fig. 10 et 13), sont munis de distance en dis-

(1) C'est probablement de cette espèce qu'il est question dans le mémoire de M. Al. Braun (*Ueber Chytridium*, p. 63), dans un passage cité ici page 46.

(2) *Jahrbuech. fuer wiss. Bot.*, t. II, p. 209, pl. XXII, fig. 6, *b*.

tance, à partir du sommet, quelquefois presque jusqu'à la base, d'un certain nombre de cloisons qui semblent être dues à un développement normal. Les cellules, ainsi formées, subissent une évolution régulière de haut en bas en général, et présentent tous les phénomènes décrits dans les Chytridinées précédentes. Le plasma se remplit de vacuoles (fig. 1 et 11) et prend l'aspect écumeux; il se sépare ensuite en un grand nombre de petites masses, qui deviennent de plus en plus nettes et finissent par s'agiter d'un mouvement vague. Avant que le contenu ait subi ces transformations, on voit naître, en un ou plusieurs points de l'article, un mamelon d'apparence claire (fig. 10, 11, 17), tout à fait identique avec ceux que l'on voit dans le *R. Rhipidii spinosi*. Il constitue une papille qui se dissout peu à peu, et laisse à sa place une ouverture ronde, à bords très-nets (fig. 5 et 6).

Tout à coup les zoospores sortent brusquement et se répandent dans le liquide. Quand elles sont normales (fig. 2) et bien développées, elles ne sont plus sphériques, comme dans la cellule, mais allongées, dissymétriques et courbes, munies d'un cil unique égal à trois ou quatre fois leur longueur. La substance qui les constitue est claire et homogène avec un espace plus sombre près de la base du cil. Elles ressemblent sous tous les rapports aux zoospores des autres parasites; leur mouvement est le même, il est inutile d'y insister. Leur taille est très-variable; les figures 3 *a* et *b* montrent les petites masses dont se sont formées les zoospores de deux cellules différentes; cela entraîne une grande variation de diamètre dans la forme normale. Sur un même filament la taille semble cependant être constante dans tous les sporanges.

Les altérations ne sont pas rares chez ces petits corps si délicats. Les zoospores représentées (fig. 2) sont les zoospores normales, observées sur des plantes en bon état; mais on peut voir (fig. 4) l'aspect que présentent des zoospores anormales, et ce sont elles que j'avais d'abord vues; elles ont été dessinées en décembre 1869 d'après des sporanges qui donnèrent lieu à un développement médiocre de zoospores. Elles ont été observées à l'aide d'un objectif à immersion n° 10, de M. Hartnack, peu de minutes

après leur sortie. Elles étaient immobiles ou à peu près, et s'étaient à peine agitées : leur forme est sphérique ; elles sont munies d'une vacuole en général unique et d'un espace plus sombre ; elles présentaient un ou deux cils, parfois un plus grand nombre : c'est ce qui explique probablement l'hésitation de M. Pringsheim à propos du nombre des cils ; quelques-unes étaient manifestement formées de zoospores soudées, ce qui permet de le conclure pour les autres. C'est ainsi qu'on peut commettre des erreurs en étudiant des plantes qui ne sont pas dans un parfait état de vie et de santé. M. Roze en a signalé quelques-unes, différentes, mais dues à la même cause. dans l'observation d'anthérozoïdes des Cryptogames supérieures étudiées dans de mauvaises conditions.

Les zoospores normales s'arrêtent au bout de peu de temps et se décomposent rapidement sans germer dans l'eau. On a suffisamment insisté (p. 115) sur ce fait, qui se présente fréquemment chez les Chytridinées.

Le mouvement des corps agiles hors des cellules dure peu ; mais quand cette sortie n'a pas lieu, on les voit s'agiter pendant longtemps pour s'efforcer de s'échapper : dans ces conditions l'agilité peut se prolonger beaucoup. Je trouvai un filament dont deux cellules étaient remplies de zoospores, qui s'agitaient avec une grande rapidité ; il était onze heures et demie du matin : à six heures moins un quart — après six heures et quart — le mouvement était encore très-rapide. Forcé de quitter l'observation, je tâchai de conserver la préparation ; mais elle se dessécha. Cette longue durée dans des circonstances analogues n'est pas un fait isolé dans la famille, M. Al. Braun en cite un exemple autrement remarquable chez le *Phlyctidium decipiens* (1). Le mouvement dura plus de *cent huit* heures.

Examen des faits cités par M. Pringsheim. — Démonstration du parasitisme. — Jusqu'à présent les faits seulement ont été rapportés sans qu'on mentionnât ce qu'avait dit M. Pringsheim ;

(1) *Ueber Chytridium*, p. 56.

nous allons maintenant signaler les inexactitudes qu'il a commises, et prouver que nous avons bien affaire à une Chytridinée parasite.

La papille occupe une place très-variable; elle n'est pas toujours terminale, comme le croit M. Pringsheim, et d'après ce qu'on a dit, on voit qu'elle ne ressemble en quoi que ce soit (comme il l'affirme) à l'extrémité tronquée et vide du sporange qui livre passage aux zoospores des *Saprolegnia.* Elles sont en effet ***hémisphériques***, remplies d'un contenu homogène et clair; elles sont situées plus ou moins sur le côté de la portion terminale du filament : il y en a deux le plus souvent par article. Il n'y a donc *aucune analogie* entre le point de sortie des petits corps agiles décrits plus haut et celui des zoospores des *Saprolegnia* (voy. pl. 6, fig. 5, 6 et 7.)

On voit des portions de filament d'*Achlya* s'isoler par une cloison aussi souvent que des filaments de *Saprolegnia.* On ne rencontre pas exclusivement dans ce dernier genre, comme le croyait M. Pringsheim, ces prétendues anthéridies; et le parallélisme qu'il pensait pouvoir établir entre les anthéridies des *Saprolegnia* et des *Achlya,* et les sporanges de ces deux genres, tombe ainsi de lui-même (voy. pl. 6, fig. 1, un *Achlya;* et fig. 11, un *Saprolegnia*). Ces formations ont été en effet observées, comme il a été dit, sur les *Achlya racemosa* et *polyandra*, sur le *Saprolegnia spiralis* et une autre espèce de *Saprolegnia* indéterminée. Elles ne caractérisent pas non plus les espèces dénuées de branches latérales, comme l'affirme encore M. Pringsheim, car le *Saprolegnia ferax* ne m'a rien montré de pareil, et lui-même n'en parle pas dans son étude sur cette plante (1); MM. Thuret (2), de Bary (3), n'en disent rien non plus. Bien plus, les trois espèces citées plus haut sur lesquelles j'ai rencontré le *Rozella septigena* sont toutes pourvues de branches latérales.

On pourrait peut-être objecter qu'on a affaire à une deuxième

(1) *Entwickelung der* Achlya prolifera (*Sapr. ferax*).
(2) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XIV, p. 229, pl. 22.
(3) *Bot. Zeit.* (1852), p. 473.

forme d'anthéridies destinée à subvenir à l'insuffisance de l'autre mode de fécondation ; mais l'*Achlya polyandra* est très-richement muni de branches latérales, et les deux espèces d'*Achlya* citées ne possèdent aucune perforation qui pût permettre l'introduction dans l'oogone d'un anthérozoïde venu de l'extérieur. Ainsi, les corps agiles, qui n'existent pas forcément, quand manquent les branches latérales, et qui se montrent parfois quand ces dernières existent, ne peuvent être destinés à les remplacer. Ils n'ont donc aucun rapport avec la fécondation ou la sexualité et appartiennent à un parasite, comme dans les cas précédents.

Ils se développent non-seulement dans les filaments ordinaires, mais encore dans les filaments destinés au deuxième mode de reproduction, dans l'intérieur des oogones ou des branches latérales. M. Pringsheim a représenté ce dernier cas, qui est fort remarquable. On peut voir ici (fig. 11) un oogone très-jeune du *Saprolegnia spiralis*, né à l'extrémité d'un filament qui a traversé un sporange vide : l'oogone et son support ont été envahis par le *Rozella septigena ;* la même chose a été observée dans les oogones et les branches latérales de l'*Achlya polyandra*. Ainsi, loin de servir à la reproduction, ces formations l'entravent.

Le parasitisme est suffisamment démontré par ces faits ; on peut cependant continuer l'examen des raisons données par M. Pringsheim.

Il affirme qu'il se montre simultanément avec les oogones : cela est inexact pour le *Saprolegnia ferax*, qui donne fréquemment des oospores sans qu'aucun filament soit partagé par des cloisons. On voit en outre fréquemment, dans une culture, les filaments cloisonnés émettre leurs corps agiles pendant plusieurs semaines, sans qu'un seul oogone apparaisse. Les filaments cloisonnés et les oogones n'ont donc aucun lien entre eux.

Quant à la régularité du développement de haut en bas, elle peut s'expliquer aussi bien par le développement normal de la plante que par celui de son parasite

En dernier lieu, le fait le plus probant pour la démonstration du parasitisme, c'est l'existence de spores spéciales, constituant

comme dans les autres espèces le deuxième mode de reproduction d'une Chytridinée. Pour les mêmes raisons que plus haut (voy. p. 143) et qu'il est inutile de reprendre encore, on ne peut attribuer un rôle sexuel à ces spores échinées, et la seule interprétation possible est celle du parasitisme.

Développement du sporange. — Le parasitisme du ***R. septigena*** étant bien établi, il va être question de son premier développement : il était nécessaire de n'en parler qu'après la démonstration du parasitisme, car on rencontre des faits très-différents de ceux auxquels on est habitué d'ordinaire, et les conclusions qui vont s'en déduire auraient pu paraître incertaines sans cela.

Ce développement a été suivi sur l'*A. polyandra* Hild. et le *S. spiralis*, ainsi que sur une espèce d'*Achlya* indéterminée, récoltée à Châteauneuf-sur-Loire, et qui ne fructifia pas.

Le procédé employé dans l'observation fut la culture d'une petite touffe soigneusement détachée, avec son substratum, de la touffe générale; on put suivre ainsi au microscope des filaments déterminés et les retrouver le lendemain plus avancés ; j'ai pu garder ainsi des sporanges trois jours complets.

Le plasma s'accumule à l'extrémité des filaments; il est plus ou moins foncé et rempli de granules: une cloison se forme dans la masse noire, une portion plasmatique restant en dehors et ainsi de suite du haut en bas. J'ai été assez heureux pour assister à plusieurs de ces formations d'une façon très-nette. Elles le sont surtout quand la cloison est la dernière qui se formera. Toute la matière granuleuse et sombre se rassemble et prend un contour arrêté; il est parfois régulier et transversal, parfois au contraire anguleux ou oblique. Le bord est plus clair et réfringent. Il semble qu'on ait sous les yeux une goutte d'huile qui se sépare du reste du plasma. Après quelques minutes le contour prend encore de la netteté et finit par être formé d'une ligne double : la cloison est cependant encore molle et plasmatique (fig. 13).

Parmi les irrégularités que présente la cloison, on peut signaler celle qui est représentée fig. 8 *m* : la cloison *m* est oblique ;

dans la figure 1 *m*, la cloison supérieure du parasite est irrégulièrement ondulée. Dans la figure 9 *n*, une portion est séparée du reste *v*, par un étranglement considérable : cette modification de la forme normale est la plus complète que j'aie rencontrée; elle n'a pas cependant entravé le développement de ce sporange irrégulier à deux lobes; il a donné des zoospores, comme si ses parois s'étaient régulièrement formées et soudées avec les parois de la plante nourricière : en *u* on voit le repli de la membrane du parasite. Cet exemple montre bien qu'elle s'est formée autour d'une matière visqueuse accidentellement séparée en deux globules confluents.

Ainsi, le développement du sporange du parasite ressemble en tout point à une formation propre de l'espèce attaquée; le plasma semble appartenir à la plante hospitalière, mais il appartient en réalité au parasite; voilà ce qu'il fallait bien établir. Il en résulte donc que le plasma du *Rozella* est répandu dans le filament au milieu d'un autre plasma et qu'il y subit une évolution régulière, de façon à tromper l'œil le plus exercé. En dernier lieu, il s'entoure d'une membrane, usurpant ainsi en apparence toutes les fonctions de celui aux dépens duquel il vit.

Il est bien sûr et bien certain qu'il n'y a aucune espèce de membrane avant la formation de la cloison; c'est seulement vers l'époque de la reproduction qu'on voit apparaître le double contour : on a donc affaire à un sporange qui acquiert du premier coup son volume définitif, et non pas à une cellule, qui s'accroît jusqu'à se souder aux parois du filament.

On peut chercher s'il ne resterait pas des traces de cette soudure, ou si l'on ne pourrait pas la mettre directement en évidence, sans avoir besoin d'observer le développement du parasite. M. Pringsheim dit que cette manière de voir est formellement contredite par les faits, ce que nous avons dit montre qu'il se trompe.

La cloison est manifestement double, formée de deux ménisques, qui, tous les deux ne se raccordent pas toujours exactement au même niveau avec la paroi latérale; il en résulte fréquemment qu'un petit espace de la paroi demeure simple. Il

se produit quelquefois une rupture en ce point; les deux ménisques se séparent, et la portion de paroi latérale libre montre nettement le raccord des deux membranes appartenant, l'une au parasite, l'autre à la plante nourricière. Il est possible aussi, dans certains cas, surtout près de la papille, de constater un dédoublement de la paroi, mais ce cas est rare (pl. 2, fig. 7). Cette soudure intime ne doit pas trop nous étonner; dans les espèces à sporanges prolifères la soudure des membranes juxtaposées est souvent si parfaite, qu'il est impossible de reconnaître jusqu'à trois membranes juxtaposées. La forme irrégulière de la cloison prouve aussi que le parasite est bien muni de sa paroi propre, différente de celle du filament. M. Nægeli (1) considère de même la formation de ce sporange comme due à une cellule dont les parois se soudent à celles du filament; mais il n'en signale qu'un seul et non plusieurs disposés en file.

L'emploi des réactifs n'est pas aussi utile qu'on pourrait le croire pour la séparation des deux éléments cellulaires. On sait que chez les Champignons les membranes ne se colorent en bleu, sous l'action du réactif cellulosique, que dans des cas spéciaux: les Saprolégniées constituent un de ces cas (le genre *Monoblepharis* fait cependant exception). Chez les Chytridinées, la cellulose est au contraire très-rare et on ne la rencontre qu'en des points circonscrits de quelques espèces (2). Le *Rozella septigena* est cependant coloré en bleu par le chloroiodure de zinc; il est donc impossible de se servir de ce caractère pour séparer les deux membranes.

Mais les réactifs peuvent, d'une autre manière, être employés

(1) *Zeitschr.*, loc. cit.

(2) Les espèces sur lesquelles j'ai pu l'observer ont le *Chytridium xylophilum* (voy. p. 116) et le *Chytr. anatropum*, dans les deux cas à l'orifice du sporange. M. Woronine (*Bot. Zeit.*, 1868, p. 88) la signale dans les membranes du *Synchytrium Mercurialis*, qui ne présente que des spores immobiles. On la retrouve dans la membrane du sore du *Synchytrium Stellariæ* Fuck., l'une des espèces que j'ai pu observer, et dans celle des spores immobiles. Dans la membrane du sore, c'est une petite zone très-restreinte entourant un cercle qui se dissout; c'est très-probablement la papille du sore, non remarquée jusqu'ici, mais que M. Woronine a décrite et figurée sans paraître y attacher grande importance, dans la germination des spores immobiles du *Synch. Mercurialis* (*Bot. Zeit.*, 1868, p. 88, pl. II, fig. 13 et 14).

avec fruit : ils permettent de distinguer le plasma du parasite. L'ammoniaque rend très-clair celui de la Saprolégniée et laisse sans altération celui du parasite ; on aperçoit alors ce dernier, non pas jaunâtre et oléagineux, comme il était dans le premier groupe, mais plus pâle et peu distinct ; il a cependant la forme générale qu'il aura plus tard ; il ne lui reste plus qu'à s'étendre. J'ai vu dans un filament jusqu'à deux de ces globules, mais ils sont difficiles à bien mettre en évidence.

Il y a un deuxième mode de cloisonnement sur lequel j'ai conservé des doutes, mais qu'il est cependant utile de signaler, pour qu'on tâche d'en vérifier l'exactitude par des observations ultérieures, c'est celui qui est représenté fig. 10. On voit les cloisons *x*, *y*, *z*, très-nettes, tandis que les deux espaces *u*, *v*, paraissent être des cloisons en voie de formation, qui semblent devoir se développer dans l'article déjà formé *d*, limité par *x*. Il y a peut-être ainsi trois sporanges : les trois papilles *p*, qui se montrent déjà, le feraient croire. Je n'ai pu éclaircir ce point, qui touche de si près cependant à la constitution du parasite.

L'existence du plasma du *Rozella*, ou plutôt de son *plasmodium* dans l'intérieur du filament, est mise hors de doute par les détails qui ont été donnés plus haut ; on a vu les conséquences qui en ont été tirées et les affinités que présentent les Chytridinées et les Myxomycètes ; mais pour l'espèce qui nous occupe il reste encore plusieurs questions non résolues.

Comment se forment ces sporanges disposés en file ? proviennent-ils d'une zoospore unique ou de plusieurs zoospores ? Le plasmodium se segmenterait-il en plusieurs fragments, vivant ensuite d'une manière indépendante ? L'âge plus ou moins avancé des divers sporanges se voit dans leur développement successif ; ils émettent leurs zoospores assez régulièrement de haut en bas, de sorte que chacun d'eux est moins âgé que celui qui lui est immédiatement superposé. Cela peut provenir de deux causes : soit de ce qu'il est issu d'une zoospore qui aura pénétré plus tard dans le filament, soit encore qu'il procède, par fractionnement, du plasma, qui a formé le sporange supérieur.

Dans ce dernier cas il y aurait une sorte de gemmation rappelant ce qui se passe chez les animaux inférieurs, les Hydres par exemple, où le nouvel animal atteint, au bout d'un intervalle plus ou moins long, la taille de celui qui lui a donné naissance. C'est à l'hypothèse du fractionnement que je me rangerais le plus volontiers, l'autre paraissant moins vraisemblable (1).

On sait en effet que les Chytridinées pénètrent surtout dans les organes jeunes, gorgés de sucs nutritifs et dont les membranes sont plus faciles à traverser : les *Synchytrium* en sont un bon exemple. Il en résulte en général que les parties supérieures des végétaux sont de préférence attaquées. Ce fait se retrouve dans nos espèces. Les plus jeunes sporanges, s'ils provenaient des zoospores introduites en dernier lieu, devraient donc se montrer à la partie extrême, c'est-à-dire la plus jeune du filament : c'est justement le contraire qui a lieu.

La famille des Chytridinées renferme une espèce déjà connue, qui a plus d'un rapport avec le *Rozella septigena :* c'est celle que MM. de Bary et Woronine (2) ont appelée *Olpidium simulans* et qui vit dans l'intérieur des cellules du *Taraxacum officinale* Wigg. Les sporanges, disposés en file, remplissent entièrement la cellule renflée ou non et y produisent de fausses cloisons : ils émettent leurs zoospores par un petit orifice, qui est circulaire, vu de face. L'adhérence des parois du sporange avec celles de la cellule semble assez grande. Je regrette de n'avoir jamais rencontré, et de ne connaître que par le mémoire cité, ce parasite, dont la comparaison plus approfondie avec le *R. septigena* serait très-intéressante.

Deuxième mode de reproduction. — Le deuxième mode de reproduction que M. Pringsheim ne connaissait pas, consiste en spores immobiles, analogues à celles qui ont été observées dans

(1) Ce fait correspondrait, chez les Myxomycètes, à un fait entièrement analogue et qui semble très-probable d'après ce qu'on sait de ces singuliers végétaux. Les mouvements amiboïdes du plasmodium permettent d'en supposer un fractionnement normal en dehors des causes accidentelles.

(2) *Loc. cit.*

les espèces précédentes; mais il y a ici une modification particulière des filaments qui contiennent ces spores.

Les altérations produites dans le filament par la présence des sporanges du *Rozella* sont souvent insignifiantes; il n'en est pas de même pour les spores immobiles : il y a production d'une sorte d'organe latéral spécial ayant la forme d'un oogone. C'est là que se développent les spores immobiles, et pas ailleurs (fig. 15-17). C'est un renflement sphérique à l'extrémité d'un court rameau, ce qui le fait ressembler aux oogones des Saprolégniées; le diamètre est le même que chez ceux du *S. spiralis*, plante sur laquelle il a été observé. Mais on ne peut le confondre avec eux : le support, en effet, est rectiligne et non contourné en spirale; il n'y a aucune branche latérale, aucune trace même d'arrêt de développement de ces prolongements. La cloison de ce faux oogone manque fréquemment et n'est jamais qu'accidentelle; les parois n'offrent à aucune époque la moindre discontinuité ou perforation : ce n'est donc certainement pas un oogone du *Saprolegnia* ou de toute autre espèce. Cette analogie de forme est très-singulière et ne se rencontre que dans cette espèce de *Rozella*.

Ces renflements se montrent, en général, sur les filaments qui présentent déjà des sporanges. Les figures 15 et 17 le montrent avec évidence; sur la figure 17 ils sont contenus entre deux cloisons : je ne vois pas, du reste, comment expliquer ce dernier fait. Ils sont toujours situés *au-dessous* des sporanges. Nous retrouverons le même fait dans l'espèce suivante, le *Woronina polycystis*. Il est probablement lié à la formation et à la fécondation des spores immobiles.

Il était important de signaler que les deux sortes d'organes du *Rozella* sont le plus souvent en rapport l'une avec l'autre sur le même filament, afin de bien montrer qu'ils appartiennent au même parasite.

Les spores immobiles sont sphériques (fig. 15, 16 et 17), munies d'échinules nombreuses et très-petites; elles ont un diamètre variable, qui est, en moyenne, un peu supérieur au demi-diamètre du faux oogone qui les contient. Quand elles sont adultes, il n'y

a pas la moindre apparence de plasma dans la portion qui les renferme ; elles sont plongées dans un liquide ayant l'apparence de l'eau. Leur couleur est brune : le contenu est opaque, trouble et finement granuleux ; sur quelques-unes on distingue une endospore, mais assez difficilement. On voit que cette constitution est la même que celle de la plupart des spores des autres parasites étudiés précédemment. On n'aperçoit pas de cellule adjacente.

Leur développement est le suivant. Les faux oogones présentent une sorte de noyau sombre, environné de traînées de plasma ; à mesure qu'il grossit, le plasma disparaît de plus en plus, et produit ainsi des vacuoles de plus en plus considérables. Le globule s'est pendant ce temps entouré d'une membrane nette (fig. 16 *a*), puis d'une auréole claire et large, formée d'une substance d'apparence muqueuse, transparente et homogène : quelques points de cette auréole se relient aux parois par des cordons plasmatiques (fig. 16 *b*). Dans cette auréole se forment peu à peu les échinules, qui apparaissent sous la forme de courtes lignes, faiblement indiquées çà et là dans la masse transparente ; puis elles deviennent plus nettes, et l'auréole, plus vague, disparaît peu à peu (fig. 16 *a* et 17 *a*). Les traînées s'effacent ; enfin, la spore arrive à l'état de développement complet et ne se modifie plus avec le temps.

Ce deuxième mode de reproduction est extrêmement rare : sur un nombre considérable d'individus attaqués, couvrant un morceau de biscuit de munition, long et large de 5 centimètres, je n'ai trouvé qu'une seule touffe dans cet état, composée seulement d'une trentaine de filaments fructifères : ils furent conservés pendant une semaine et étudiés avec soin.

Les faits observés coïncident entièrement avec ce qui a été décrit chez les autres parasites, le lecteur le remarquera sans peine ; mais on peut concevoir quelle méprise aurait pu se produire, si l'on avait examiné légèrement et sans être prévenu les spores immobiles développées sur des filaments ainsi attaqués. En ne tenant pas beaucoup compte des objections que la présence des cloisons sur le filament pouvait soulever, et rapprochant ceci du mode de fructification du *Saprolegnia ferax*, qui est

dépourvu de branches latérales, un esprit un peu aventureux eût pu établir des théories, qui n'auraient pas peu contribué à embrouiller encore l'histoire de la fécondation chez les espèces dépourvues de branches latérales; histoire qui, après les travaux de M. Pringsheim, présentait des complications assez embarrassantes.

J'ai considéré le développement fort singulier de ces renflements latéraux comme dû à un parasite. De leur forme même on peut conclure que ce ne sont pas de vrais oogones, détournés de leur rôle ordinaire : la forme, d'une part ; l'absence totale de branches latérales ou de rudiments même de ces productions, ne permettent pas de s'arrêter à cette idée. Comment et pour quelles causes ce renflement se montre-t-il ? Quels en sont les débuts? Ce sont autant de questions qui restent, malheureusement encore, à résoudre.

Les rapports du ***Rozella septigena*** avec les autres parasites du même groupe sont évidents ; comme eux, il soude la membrane de son sporange à celle de la plante nourricière : les ***R. Rhipidii*** et *Apodyæ* occupent l'extrémité du filament de la plante attaquée et sont contenus dans un seul article ; le *R. Monoblepharidis* est situé au milieu du filament. Mais, si l'on imagine une série de pareils sporanges, on arrive au ***R. septigena***.

Troisième groupe. — CHYTRIDINÉES PRÉSENTANT DES SORES.

Genre WORONINA.

WORONINA POLYCYSTIS (pl. 7).

Historique. — Sporanges. — Démonstration du parasitisme. — Le genre ne contient jusqu'ici qu'une seule espèce.

M. Pringsheim est le premier qui ait signalé cette formation ; la rencontra sur un *Achlya* dépourvu de branches latérales (*A. prolifera*) et qu'il nomma *A. dioica* (1). Dans la théorie

(1) Je rapporte cet *Achlya* à l'*A. prolifera* Nees, parce que, dans l'étude qu'il en fait (*Bot. Zeit.*, 1852), M. de Bary considère le deuxième mode de reproduction

sexuelle examinée plus haut (p. 77), il lui attribue le rôle d'organe mâle. Il donne quelques détails sur cette plante, mais il en a mal vu le développement, et il avoue lui-même qu'il y a encore bien des lacunes à combler.

Le *W. polycystis* est rare ; je ne l'ai rencontré que trois fois en tout : à Chaville, près de Versailles, dans l'étang Vert, en mars 1870, en échantillons isolés et très-incomplets sur l'*Achlya racemosa* Hild. ; en avril 1871, sur le *Saprolegnia spiralis* et l'*Achlya polyandra*, dans le bassin de l'École normale, en compagnie du *Rozella septigena*, et en juin 1871, sur l'*A. racemosa* Hild., près de Romorantin, dans l'eau d'anciennes marnières, à Longueville.

J'ai pu réunir ainsi quelques matériaux pour l'étude de cette plante, mais ils ont été malheureusement incomplets. Si, d'une part, j'ai été assez heureux pour rencontrer des faits que n'avait pu observer M. Pringsheim, par contre je n'ai pu vérifier tous ceux qu'il a observés ; je les admets donc sans restriction. Cette lacune est d'autant plus regrettable, que cette espèce est la plus compliquée du groupe, et constitue un genre parallèle au genre *Synchytrium*, dont l'histoire est assez bien connue ; les rapprochements et les comparaisons faites plus complétement et de plus près auraient eu le plus grand intérêt.

Les filaments attaqués sont parfois un peu renflés ou contournés, irréguliers (fig. 1-5) et de forme différente de la forme normale ; le nombre des cloisons n'est jamais si considérable que

comme semblable à celui du *Saprolegnia ferax*. Les oogones sont munis de perforations véritables, les oospores sont identiques ; il ne dit pas qu'il y existe des branches latérales. Ces caractères sont justement ceux que M. Pringsheim signale pour son *Achlya dioica*.

Outre cette espèce, en fait d'*Achlya* à oogones munis de véritables perforations, je ne connais que l'*A. leucosperma* sp. nova (voy. p. 24), chez lequel le nombre des branches latérales, leur forme et la blancheur des oospores frapperaient l'observateur le plus superficiel. Ce n'est donc pas cette espèce.

Les autres *Achlya* sont les *A. racemosa*, *lignicola* et *polyandra* découverts par M. Hildebrandt, et les *A. contorta* et *recurva* novæ species (voy. p. 22 et 25), dont les oogones ne sont pas perforés.

Il est singulier que les deux seules espèces dénuées de branches latérales aient été justement observées les premières.

chez le *Rozella septigena*. Dans l'intervalle de ces cloisons se trouvent des sphérules en nombre variable (fig. 6, 8, 9, 10, 16, 17), disposées suivant un amas, qui remplit imparfaitement l'article; on voit parfois dans la partie libre flotter des granules oléagineux (fig. 9 *a*). Le nombre et le diamètre des sphérules oscillent entre des limites assez étendues. Il est assez difficile de compter le nombre de celles qui se trouvent dans une cellule, à cause des couches successives qu'il faudrait traverser : un coup d'œil jeté sur les figures permettra d'en juger. Quant au diamètre, il suffira de considérer les figures 16 et 17 dessinées à la chambre claire au même grossissement, pour avoir une idée de ses variations : il va de 0^{mm},01 à 0^{mm},02.

Les sphérules présentent bientôt les mêmes états que les sporanges des autres parasites : M. Pringsheim le fait remarquer et y insiste plusieurs fois. On leur voit prendre l'aspect écumeux, et le contenu se segmente en globules, qui deviendront les corps agiles ; en même temps chaque sphérule, selon M. Pringsheim, émet un prolongement ou col de sortie : les corps agiles sortent successivement de chaque sphérule et se répandent dans l'intérieur de la cellule qui les contient. Vers cet instant, une papille, qui se dissout lentement, laisse béante une ouverture par laquelle ils s'échappent au dehors; il y a donc deux sorties successives, l'une hors de la cellule mère, l'autre hors de la cellule générale.

Je n'ai pas constaté que toutes les sphérules portassent un pareil prolongement. M. Pringsheim dit que l'orientation empêche souvent de l'apercevoir. Dans le groupe représenté fig. 8, on n'en remarque que trois (*s*); on n'en voyait qu'un pareil nombre dans le groupe représenté fig. 10, dont les détails sont reproduits fig 11, 12 et 13, et cependant un seul est favorablement placé. Dans certains cas, il semblait que les sporanges fussent disposés en file ou par plans, et que le terminal fût seul muni d'un col de sortie ; mais il faut renoncer à cette manière de voir, car M. Pringsheim affirme que chacune des sphérules se vide dans l'intérieur du filament. On sait d'ailleurs que, dans les capitules d'*Achlya*, ces ouvertures, *quoique régulièrement orientées*, sont difficiles à voir *toutes*. — Je n'ai pas observé la sortie des zoospores.

La papille n'est pas forcément unique, la fig. 16 *p* en montre quatre pour un même article ; elle n'est pas non plus forcément apicale dans l'article terminal (fig. 10, 16 et 17). Je n'ai du reste pas pu bien observer ces papilles avant leur dissolution, les filaments attaqués étant très-peu nombreux, et cet organe ne pouvant être étudié que quand il se présente de profil ; mais la place qu'il occupe d'ordinaire et l'ouverture qu'il laisse après sa dissolution étant identique avec celle des papilles des *Rozella*, on peut sans erreur conclure à l'identité de toutes ces formations. Il est possible, par exemple, que le prolongement *s*, fig. 7, doive être rapporté, non pas à la sphérule, mais à une papille. Je n'ai pu acquérir aucune certitude sur ce point.

Les corps agiles sont au nombre de vingt à trente dans chaque sphérule. Après leur sortie, on remarque qu'ils ont la même forme que ceux qu'on observe chez le *Saprolegnia dioica* Pringsh.; c'est-à-dire qu'ils sont identiques avec ceux du *Rozella septigena*. M. Pringsheim y revient à plusieurs reprises. Le développement qui a lieu, ici aussi, régulièrement de haut en bas, lui prouve qu'on a bien affaire à un organe de la plante et non à un parasite. On a vu ce qu'il faut penser de cet argument.

Après s'être agités quelque temps, les corps agiles s'arrêtent et dépérissent sans germination. Il en conclut que ce sont des anthérozoïdes.

Une fois les zoospores sorties, les sphérules apparaissent comme de petites enveloppes claires et transparentes, non comprimées les unes sur les autres et parfaitement sphériques (fig. 10). Il est possible qu'elles soient adhérentes entre elles, mais en aucun cas elles ne semblent polyédriques comme les enveloppes laissées par les zoospores du *Dictyuchus;* du reste, en face de chaque enveloppe, on ne voit pas de perforation dans la paroi, comme chez les faux dictyosporanges (voy. p. 12). Ajoutons que l'observation est très-difficile par transparence et qu'on ne juge pas bien de leurs rapports, car les parois des filaments sont fréquemment souillées par des impuretés et couvertes d'Infusoires ; tout cela enlève une grande partie de la netteté.

M. Pringsheim fait remarquer qu'il y a entre ce mode de sortie et celui qui se présente chez le *S. dioica* la même différence qu'il y a entre le genre *Saprolegnia* et le genre *Achlya*. Toutes ces raisons ingénieuses, et qui semblent convaincantes au premier abord, ne peuvent résister à un examen sérieux.

Ces productions, loin de caractériser le genre *Achlya*, se rencontrent aussi sur les *Saprolegnia*. Il m'est arrivé de les observer sur des représentants de l'un et l'autre genre, en même temps que le *Rozella septigena* (prétendu organe mâle du *S. dioica*), qui ne caractérise non plus ni l'un ni l'autre. Il est faux aussi qu'elles ne se montrent que sur les espèces dépourvues de branches latérales; car les *Achlya racemosa* Hild. (fig. 15), *polyandra* Hild. et le *S. spiralis*, les présentaient concurremment avec des branches latérales. On les rencontre parfois occupant l'intérieur des filaments porteurs d'oogones et d'anthéridies, et empêchant ainsi la formation des oospores, loin d'y concourir. On n'a du reste qu'à se reporter à ce qui a été dit à propos du *R. septigena*. Pour l'une et l'autre formation, M. Pringsheim, en voulant démontrer leur rôle sexuel, se servit des mêmes raisons et donna les mêmes preuves; on les rétorquerait par les mêmes arguments : après ce qui vient d'être dit, il n'est plus possible de s'arrêter à l'opinion du savant professeur.

Je ne rappellerai que pour mémoire les preuves qu'il tirait de la régularité du développement, de la position des papilles, de l'absence de germination des corps agiles : tous ces faits ont été expliqués et ne prouvent rien pour sa théorie. Il reste encore à dire, pour lui porter le dernier coup, que le second mode de reproduction du parasite a été rencontré; et que le rapport de ces spores avec les sphérules, c'est-à-dire les sporanges, est hors de doute (voy. fig. 14-18).

Maintenant que le parasitisme en est bien établi, nous allons passer à l'histoire du développement du *Woronina;* on y verra encore des faits semblables à ceux qui ont été décrits chez le *R. septigena*. La grande analogie de ces deux Chytridinées et leur parallélisme avaient été bien devinés par M. Pringsheim, seulement il se trompa dans l'interprétation des organes.

Développement. — Le développement a été suivi de la même manière que dans le cas précédent (*R. septigena*) en cultivant une touffe mise à part.

Les filaments attaqués présentent à leur extrémité une concentration plasmatique considérable, coïncidant souvent avec un renflement. Le plasma est beaucoup plus foncé et opaque que lors de la formation du sporange; on y distingue des espaces plus clairs, analogues à ceux que Unger a nommés *areola*. On n'y voit, au centre, aucun corpuscule, aucun globule autour duquel ait lieu la concentration (fig. 1, 2, 3, 4, 5). La partie inférieure du plasma se limite par un arc dont la concavité est tournée vers la partie inférieure : à cet instant aucune cloison n'est formée, ainsi que le montrent les réactifs, qui contractent le tout en une masse épaisse et opaque.

Puis une cloison se forme dans la masse sans que l'arc inférieur soit mieux délimité (fig. 2); puis une seconde, puis une troisième. Il arrive même que la cloison se forme (fig. 3) au-dessous d'un point où le plasma est concentré, et qu'elle limite ainsi un espace relativement clair et hyalin ; c'est ce qu'on observe aussi dans l'espèce précédente : c'est en général au dernier article formé. On voit donc trois ou quatre cloisons successives apparaître de haut en bas.

Ainsi, le premier développement du *W. polycystis* est à peu près le même que celui du *R. septigena;* il semble qu'il y ait là aussi une formation due au filament lui-même, tandis qu'elle est due au parasite. On pourrait en tirer les mêmes conséquences que plus haut.

Il arrive souvent, quand la plante n'est pas dans de bonnes conditions de vie et de santé, que le développement s'arrête là : on croirait avoir affaire à ces sortes de conidies signalées par M. Bail et qui sont analogues à celles des Érysiphés : avec le temps, les cellules se désarticulent et se dispersent dans le liquide; mais il faut être en garde contre de pareilles ressemblances. J'avais trouvé plusieurs fois, soit libres, soit encore attachées au filament, ces singulières cellules remplies d'un contenu foncé, et une fois, les rencontrant abondamment, je tentai de les

faire germer comme les autres : je ne pus y réussir, quoique je les eusse placées dans les meilleures conditions : l'une de ces sortes de cellules se transforma en sporange de *W. polycystis*. — Le fait me parut si étonnant, que je recherchai d'une façon plus précise et plus nette les débuts du *Woronina*. J'observai ainsi pendant plusieurs jours le même filament, afin d'être bien sûr de ne pas me tromper. On peut voir (fig. 5 et 6) l'un de ces filaments. Les légères différences de forme tiennent à ce qu'il était un peu irrégulier et ne se présentait pas toujours du même côté.

On peut remarquer que tous les filaments ne se développent pas ainsi dans la touffe, mais seulement un petit nombre ; il semble que ce parasite soit fort altérable. On voit certainement des exemples de cet arrêt de développement sur les Saprolégniées lignicoles de date déjà ancienne et dont la culture marche mal. Si ces fausses spores paraissent assez communes, leur transformation normale en sphérules est au contraire assez rare.

Reprenons le développement du filament de la figure 5.

Le premier jour (1er mai 1871), il était formé de deux articles *a* et *b*, montrant une ou deux vacuoles ; le plasma était opaque sans aucun noyau ou centre de formation : le reste du filament présentait un plasma peu abondant. Le lendemain, dans l'article supérieur *a*, les deux vacuoles avaient disparu ; les parties les plus opaques avaient changé de place : le second article *b* montrait la formation de sphérules encore un peu engagées dans une masse plasmatique. Au-dessous de ce second article s'en trouvait un troisième, *c*, *dont il n'y avait aucune trace la veille*, et qui présentait des sphérules à peu près au même état que le précédent. Le jour suivant, les sphérules de cet article s'étaient vidées ; celles du précédent, non plus sphériques, mais polyédriques par pression, contenaient des zoospores déjà formées (fig. 7) : aucune papille ne se montrait sur les parois des articles ; cela était peut-être dû à la position défavorable du filament. Les sphérules, sauf une seule, *a*, ne présentaient aucun prolongement ; le seul qui fût visible était d'une taille considé-

rable (*s*, fig. 7) et presque égal à celle de la sphérule (1) ; le plasma en était clair et finement granuleux : toute la journée se passa à attendre la sortie des corps agiles ; le jour suivant, les sphérules étaient vides. L'article supérieur ne subit aucun développement.

Cette circonstance, toute défavorable qu'elle fût, ne laissa pas que d'avoir son intérêt, car elle montra d'une façon irrécusable que les sphérules sont formées aux dépens d'un plasma qui s'organise directement. Quelquefois, comme le fait remarquer M. Pringsheim, tout le plasma n'est pas employé, et il reste quelques globules oléagineux çà et là : nous en avons parlé plus haut ; on peut en voir un exemple fig. 9 *a*. Cette même figure montre la transformation du contenu des articles en train de s'accomplir.

La formation ayant lieu comme dans le *R. septigena*, on peut se proposer de rechercher des traces de la membrane due au *Woronina* et qui vient doubler la paroi de la plante nourricière. On ne voit pas aisément dans l'espèce précédente si la paroi est double ; les cas pareils sont très-rares, même sur un nombre considérable d'individus : ici où les filaments attaqués sont en petit nombre, rien de pareil n'a pu être rencontré. En revanche on voit se produire fréquemment un fait plus rare dans l'autre espèce ; les articles se détachent les uns des autres plus ou moins complétement (fig. 9). Les cloisons se séparent suivant les deux feuillets qui la constituent ; mais souvent aussi cette rupture est imparfaite et les parties sont encore assez fortement adhérentes entre elles pour ne pas devenir libres, même après plusieurs jours : le filament représenté était contenu dans la même touffe que celui de la figure 5, et il resta dans cet état tout le temps des observations, quoiqu'il partageât les tractions et la pression subies par les autres. Dans ce cas, on aperçoit le lambeau (fig. 9 *l*) de la paroi de la plante nourricière, qui dépasse le contour de la cloison. On voit de même, au point où les deux cloisons se raccordent avec la paroi, ce qui n'a jamais lieu très-

(1) C'était peut-être la papille, peu favorablement placée pour l'observation.

exactement, les trois membranes laisser entre elles un petit méat, comparable à ceux qu'on observe au point de rencontre de trois cellules dans les tissus des plantes (fig. 3 et 4, *m*).

Remarques. — Le premier développement du *R. septigena* est presque identique avec celui du *W. polycystis;* mais une différence profonde ne tarde pas à s'établir entre les deux. Tandis que le contenu de la cellule formée par le premier s'organise directement en zoospores, chez le second ce contenu se fractionne en sporanges nombreux : la membrane formée au début chez l'un appartient à un sporange, chez l'autre elle constitue une enveloppe générale, qui contient plusieurs sporanges. Il y a donc entre ces deux parasites une différence considérable.

Ces sporanges groupés dans une enveloppe générale se retrouvent dans un autre genre de la famille des Chytridinées, le genre *Synchytrium*, établi par MM. de Bary et Woronine; ils ont donné à l'ensemble le nom de sore. Dans ce genre, qui renferme plusieurs espèces, la membrane générale contenue dans une cellule hypertrophiée de la plante nourricière se rompt sous l'action de l'humidité. Ces parasites, attaquant des plantes terrestres, se trouvent dans des conditions de nutrition et de milieu extrêmement différentes de celles du *Woronina :* malgré cela, les analogies sont très-étroites entre les deux genres, et sont, par conséquent, fort remarquables. Nous retrouvons donc dans la famille des Chytridinées des parasites, vivant sur des plantes aquatiques, analogues à ceux qui vivent sur des plantes terrestres, les *Rozella* et le *W. polycystis* constituant une série parallele au *Chytridium simulans* et aux *Synchytrium.* C'est une preuve qui s'ajoute par surcroît à celles que nous avions déjà du parasitisme de nos prétendus organes sexuels; et cette analogie aurait peut-être pu mettre quelques observateurs sur la voie de ces recherches.

La différence entre notre *Woronina* et les *Synchytrium* est assez faible. Chez le premier, l'enveloppe générale du sore se soude avec les parois de la plante nourricière, et les sporanges, réunis en groupe, sont libres dans l'intérieur. Dans le genre

Synchytrium, au contraire, l'enveloppe est assez étroitement appliquée sur les sporanges, les rend polyédriques par pression et n'est pas adhérente à la cellule qui contient le sore : la couleur du plasma est en outre orangée.

Dans chaque cellule attaquée par les *Synchytrium*, il n'y a qu'un sore; sur les Saprolégniées, il y a plusieurs sores développés à la file et successivement. Proviennent-ils du même plasmodium qui s'est segmenté, ou de plusieurs plasmodium distincts à l'origine et développés isolément? Je ne saurais le dire; le lecteur pourra se reporter à ce qui a été dit pour le *R. septigena*, où la même question est effleurée, mais non résolue (voy. p. 172).

L'étude du *Woronina* peut servir à mieux connaître les *Synchytrium*. MM. de Bary et Woronine n'ont pas indiqué par quel mécanisme se produisait la rupture de la cellule hypertrophiée qui renferme le sore; le *Woronina* nous mettra sur la voie. En traitant par le chloroiodure de zinc des sores de *Synch. Stellariæ* Fuck., j'ai remarqué dans la membrane une ouverture circulaire étroite, dont les bords se coloraient en rouge brique ou rouge violacé sous l'influence du réactif. Ce trou est évidemment l'emplacement d'une papille analogue à celle du *Woronina*; elle doit servir à perforer la paroi de la cellule nourricière et y déterminer une première ouverture, qui s'agrandit par déchirure; les sporanges sont mis en liberté, ou bien les zoospores peuvent s'échapper au dehors si les sporanges ont pu, sous l'action de l'eau, leur donner naissance. Dans cette dernière hypothèse on voit que le rôle des papilles dans les deux genres serait identique.

M. Woronine (1) a rencontré dans le développement des spores immobiles du *Synchytrium Mercurialis* une papille analogue, présentant les mêmes résultats après l'action des réactifs; l'hypothèse précédemment émise n'a rien que de très-plausible : l'étude de notre plante a donc ainsi permis de découvrir un organe difficile à observer directement et qui avait échappé à deux observateurs très-distingués.

(1) *Bot. Zeitung*, 1868, p. 88, pl. II, fig. 8 et 14; pl. III, fig. 18.

Spores immobiles (fig. 14-19). — Le deuxième mode de reproduction du parasite est constitué par des spores immobiles (fig. 14) contenues dans un article renflé · elles sont très-rares, mais se rencontrent en général sur les filaments qui contiennent déjà les sporanges ; elles sont disposées en file et non pas latéralement, comme dans le *R. septigena*. M. Pringsheim ne les a pas observées.

Leur couleur est d'un brun verdâtre : elles portent à leur surface des ornements formés de sortes de pyramides courtes soudées en un réseau élégant ; la paroi qui les porte est d'un ton un peu plus clair. A travers cette enveloppe on ne peut rien voir du contenu, sinon qu'il est opaque (fig. 14).

Cette spore se développe dans un article renflé, tantôt presque sphérique (fig. 15), tantôt seulement ovoïde (fig. 17). Quand cet article est terminal, il n'est pas rare que ce soit une portion placée au-dessous de l'extrémité, qui se renfle, de façon à donner l'apparence de la figure 19 : quand cette spore se forme, elle est d'abord constituée par un globule noirâtre, situé au milieu du contenu opaque de l'article ; dans certains cas même (fig. 18 *c*) on ne l'aperçoit pas. Il grossit ensuite et devient plus apparent ; le plasma se dispose autour de lui en traînées et présente les phénomènes décrits lors de la formation des sporanges des *Olpidiopsis ;* il s'entoure bientôt d'une membrane qui finit par se couvrir de ces singulières verrues polyédriques ; à la fin, il ne reste plus aucune trace de plasma, tout celui de l'article ayant été absorbé.

Les dimensions de cette spore sont très-variables et ne dépendent pas toujours de celles des filaments qui les contiennent : les figures 15, 16, 17 et 18 montrent ces variations, qui sont assez considérables dans un même filament. Le diamètre oscille entre $0^{mm},042$ et $0^{mm},140$, du simple au triple et même plus.

Ces spores se forment toujours dans l'intérieur d'un article, du moins celles qui se sont présentées à moi étaient dans ce cas ; parfois la cloison était très-éloignée, mais elle existait cependant. Dans la figure 19, la cloison, qui n'a pas été reproduite,

était située au-dessous du renflement à une distance égale environ à six fois le diamètre de ce dernier.

Dans les *Synchytrium*, rien de pareil ne se montre; quand deux spores immobiles naissent dans la même cellule, elles ne sont jamais séparées par une cloison : cependant la présence du parasite détermine dans les cellules attaquées des segmentations en nombre considérable.

La présence du *Pythium gracile* Schenk (*P. replans* de Bary) détermine sur les *Vaucheria* la formation de cloisons spéciales; dans quelques cas, rares du reste, on observe des cloisons accidentelles dans les cellules qui contiennent les spores immobiles des espèces du genre *Rozella*, ainsi que dans les filaments présentant un grand nombre de sporanges de l'*Olpidiopsis Saprolegniæ*. N'y aurait-il pas ici un fait semblable?

Qu'on me permette cependant de citer une Chytridinée qui montrait quelque chose d'analogue à ce qui a lieu chez le *W. polycystis*. Le parasite vivait aux dépens des *Vaucheria sessilis* et *terrestris* récoltés sur un sol humide, à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), au mois de mai 1871. Je n'y rencontrai pas de sporanges, mais seulement des spores échinées (fig. 21 et 22). Elles étaient contenues entre deux parois. On voit (fig. 20 et 21) la suite du développement : en *a* (fig. 20), le parasite est très-jeune et l'on voit à peine le premier état des sphérules plongées au milieu d'une substance opaque; en *b*, il y a déjà une membrane autour de chacune d'elles; en *c*, les spores sont presque mûres; dans la figure 22, on voit des spores de forme et de taille différentes. Je propose de lui donner le nom de *Chytridium glomeratum*, le nom de genre devant être donné ultérieurement avec plus d'exactitude (1).

(1) Dans la famille des Chytridinées, c'est la considération de la manière d'être des sporanges et l'émission des zoospores qui caractérisent le genre. Dans les cas où les sporanges manquent normalement, il faut, pour le déterminer, obtenir la germination des spores immobiles. Le parasite cité ici pourrait probablement être rapporté à un type dénué de sporanges. Ex.: *Synchytrium Mercurialis*.

Dans la classe des Algues, le *Sphæroplea annulina* présente le même fait, et les zoospores ne se montrent que dans la germination des oospores.

L'analogie avec le *Woronina* consisterait dans ce fait, que les spores immobiles se forment dans l'intérieur d'une cellule, aux dépens d'un plasma uniformément répandu dans son intérieur, à ce qu'il semble ; les parois de la cellule devant être attribuées, soit au filament nourricier, soit à son parasite.

Dans quelques cas, les spores immobiles se présentèrent sur des filaments de Saprolégniées munis déjà d'oogones et de branches latérales. On voit (fig. 15) l'*Achlya racemosa* Hild., dont les oogones et même les oospores en voie de formation ont été tués par le *Woronina*. Cependant, en *a*, la spore immobile n'a pu réussir à se développer, et la cellule qui devait la contenir ne renferme qu'un plasma trouble et peu granuleux, évidemment altéré.

Dans tous les cas observés, où les deux modes de reproduction du parasite existaient simultanément, les spores immobiles se montrèrent comme dans le *R. septigena*, toujours au-dessous des sporanges; cette situation invariable indique la dépendance et le lien de ces deux formations, et montre que l'une et l'autre appartiennent à la même plante : cela prouve aussi que le plasma de *c* (fig. 16), qui ne paraît pas, peut-être à cause de son opacité, présenter de globule plus sombre, est destiné, d'après sa position, comme *d* (fig. 18), à donner une spore immobile née postérieurement à celle qui est située au-dessus.

En résumé, malgré les lacunes et les imperfections de l'histoire du *Woronina*, on peut dire qu'il constitue l'espèce la plus intéressante de tout le groupe des parasites étudiés ici.

Ce qui prouve qu'on a bien affaire à un parasite, c'est :

1° L'hypertrophie et l'altération des filaments.

2° L'existence, sur les plantes qui le présentent, d'organes sexuels complets, oogones et branches latérales, les organes étant parfois par cela même altérés et mis à mort.

3° L'absence de ces productions dans les espèces types décrites par Hildebrandt (*A. racemosa et polyandra*).

4° La présence simultanée d'une autre formation également accidentelle (*R. septigena*) sur ces mêmes espèces; ni l'une ni l'autre ne caractérisant plutôt tel genre que tel autre.

5° La présence de spores immobiles, ou deuxième mode de reproduction d'une Chytridinée.

6° Le parallélisme de ces formations avec d'autres parasites connus, les *Synchytrium*.

On peut ainsi affirmer, en terminant, que toutes les productions que M. Pringsheim considérait comme des anthéridies, sont les sporanges de parasites appartenant à des genres divers de la famille des Chytridinées, dont les spores immobiles sont connues désormais, et dont les zoospores (prétendus anthérozoïdes), ne germant pas dans l'eau, concordent en cela avec la plupart des zoospores des Chytridinées.

Nous pouvons enfin conclure que chez les Saprolégniées, la reproduction sexuée s'accomplit suivant deux types seulement. La fécondation s'opère, dans l'un au moyen des branches latérales, dans l'autre au moyen d'anthérozoïdes semblables aux zoospores.

Ces deux types, considérés à un point de vue un peu général, diffèrent à peine : chez l'un, l'élément mâle, non doué de mouvement, est déversé par l'organe mâle dans la gonosphérie ; chez l'autre, il est muni de cils, et pénètre dans l'intérieur de l'oogone et se fond dans la gonosphérie, sans le secours d'aucun organe.

Dans les deux cas, l'élément mâle est plasmatique ; il a pour effet de déterminer autour de la gonosphérie la production d'une membrane cellulosique et de changer ce globule en oospore.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1.

Fig. 1. *Achlya polyandra* Hild. Anthéridies déjà formées à l'extrémité des branches latérales entourant un oogone non encore séparé par une cloison. — Grossissement : 225 fois.

Fig. 2-8. *A. racemosa* Hild.

Fig. 2. L'oogone n'est pas encore muni de sa cloison; l'anthéridie *a* est déjà formée ; *b*, branche latérale née sur l'oogone qui ne produisit aucune anthéridie. Elle permit de retrouver l'oogone le lendemain, au milieu de la touffe conservée à part. — Grossissement : 225 fois.

Fig. 3. Le même oogone le lendemain : deux gonosphéries se sont formées ; l'anthéridie a émis deux prolongements qui se dirigent chacun vers l'une d'elles. — Grossissement : 225 fois.

Fig. 4. Autre oogone non isolé encore par une cloison. Il est muni de vacuoles, premier indice de la séparation du plasma : les vacuoles ne se montrent pas près des bords. *a*, anthéridie déjà complétement formée. — Grossissement : 225 fois.

Fig. 5. Le même, le lendemain. Deux gonosphéries se sont formées, et chacun des deux prolongements, nés de l'anthéridie, se dirige vers l'une d'elles. — Grossissement : 225 fois.

Fig. 6 et 7. Formation des gonosphéries. — Grossissement : 287 fois.

Fig. 8. Autre oogone renfermant une gonosphérie unique : l'anthéridie émet un prolongement unique qui s'enfonce dans la gonosphérie. — Grossissement : 170 fois.

Fig. 9-15. *Achlya contorta* Nobis. — Grossissement : 370 fois.

Fig. 9 et 10. Anthéridies en train de se vider dans les gonosphéries : le contenu est purement plasmatique ; le mouvement d'épanchement est très-lent. Les prolongements émis par les anthéridies s'enfoncent dans les gonosphéries.

Fig. 11. Détails de l'oogone 10 : *a*, *b*, anthéridies dont les prolongements sont dessinés à part.

Fig. 12. Oogone muni d'un grand nombre de gonosphéries.

Fig. 13-15. Détails des prolongements émis par les anthéridies, pour montrer que les rameaux se dirigent, non pas au centre du groupement des gonosphéries, mais vers les gonosphéries elles-mêmes.

(Pour plus de clarté, l'épaisseur de la membrane des anthéridies a été exagérée.)

PLANCHE 2.

Fig. 1-6. *Monoblepharis sphærica* Nobis. — Grossissement : 800 fois, sauf dans la figure 1.

Fig. 1. Port de la plante.

Fig. 2. Oogone en voie de formation.

Fig. 3. Oogone plus âgé : *p*, papille de l'oogone ; *a*, anthéridie.

Fig. 4. Oogone dont la papille s'est dissoute : le contenu s'est rassemblé vers l'orifice ; les anthérozoïdes se disposent à sortir de l'anthéridie *a* ; l'ouverture de cette dernière, située dans un autre plan, n'est pas visible.

Fig. 5. Oogone chez lequel la fécondation est sur le point d'avoir lieu. Les anthérozoïdes s'échappent de l'anthéridie ; deux d'entre eux *f*, *f*, sont fixés sur elle. La gonosphérie est située au milieu de l'oogone. (La pénétration des anthérozoïdes ne fut pas observée.)

Fig. 6. Oogone avec oospore mûre ; l'anthéridie est vide ; *o*, ouverture de l'anthéridie.

Fig. 7-32. *Monoblepharis polymorpha* Nobis.

Fig. 7. Oogone *g*, sur le point de montrer la fécondation ; les anthérozoïdes sont tous sortis, sauf un seul, de l'anthéridie *a*. *o*, orifice de l'oogone ; *k*, partie antérieure claire, tache germinative (*Keimfleck*). — Grossissement : 800 fois.

Fig. 8. Oogone dans le même état que le précédent. — Grossissement : 800 fois. — Mêmes lettres.

Fig. 9. Le même, 10 minutes après. Deux anthérozoïdes *f* se sont fixés sur lui ; la gonosphérie s'est contractée et s'est portée vers la partie supérieure ; la fécondation eut lieu environ un quart d'heure après. — Grossissement : 800 fois.

Fig. 10. Oogone incomplétement ouvert dans lequel se trouve une gonosphérie en état d'être fécondée ; *k*, tache germinative. Les anthérozoïdes rampent à la surface de l'oogone ; *f*, anthérozoïde dont le cil est visible ; *m*, autre dont le cil n'est pas visible parce qu'il se projette sur la gonosphérie, qui est de couleur un peu foncée. — Grossissement : 550 fois.

Fig. 11-17. Mouvement amiboïde d'un même anthérozoïde sur la surface de l'oogone. Changements de forme. — La figure 10 a été dessinée à 10 heures moins 4 minutes.

Fig. 11. 10 heures 37 minutes.

Fig. 12. 38 minutes.

Fig. 13. 38 minutes et demie.

Fig. 14. 39 minutes.

Fig. 15. 40 minutes.

Fig. 16. 41 minutes et demie.

Fig. 17. 44 minutes. (11-17, le grossissement est un peu supérieur à 550 fois.)

Fig. 18. Oogone de la figure 10 à 11 heures 10 minutes. (18-32, grossissement : 550 fois.)

Fig. 19. 11 heures 11 minutes.

Fig. 20. 13 minutes et demie.

Fig. 21. 15 minutes et demie.

Le mouvement des anthérozoïdes se poursuivit jusqu'à 4 heures 20 minutes, et je ne le vis pas s'arrêter ; la préparation se dessécha ultérieurement.

Fig. 22. Oogone intercalaire, forme rare. Il est sur le point d'être fécondé : *k*, tache germinative. Il fut dessiné à 6 heures moins 2 minutes. *f*, anthérozoïde fixé sur lui.

Fig. 23-27. L'anthérozoïde s'épanche sur la gonosphérie.

Fig. 27. 6 heures.

Fig. 28-31. Sortie de la gonosphérie fécondée.

Fig. 28. 6 heures 5 minutes. La gonosphérie commence à s'épancher.

Fig. 29. 8 minutes.

Fig. 30. 10 minutes.

Fig. 31. 13 minutes.

Fig. 32. Le lendemain à midi 38 minutes. Une membrane est nettement visible autour de la gonosphérie définitivement constituée en oospore.

Les figures 1-9 ont été dessinées d'après des échantillons récoltés en avril 1869 à Villeherviers, près de Romorantin (Loir-et-Cher).

Les figures 10-32, d'après des échantillons récoltés dans les étangs du bois de Meudon, en janvier 1870.

PLANCHE 3.

Olpidiopsis gen. nov.

Fig. 1. Filament de *Saprolegnia*, renflé en sphère et contenant des sporanges d'*Olpidiopsis* en voie de développement, au milieu de traînées plasmatiques. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 2. Sporanges plus avancés ; le plasma, moins abondant, a été en partie absorbé. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 3. Filament de la même espèce avec sporanges de grosseur et de forme très-diverses : *a*, s'est vidé déjà ; il a un contour sphérique. — Grossissement : 170 fois.

Fig. 4. Sortie des zoospores : *p*, sporanges beaucoup plus petits et moins avancés. — Grossissement : 170 fois.

Fig. 5. Zoospores ayant à peu près la forme normale ; *a* surtout. — Grossissement plus considérable.

Fig. 6 et 7. Filaments diversement renflés du même *Saprolegnia*, contenant des sporanges vidés d'*Olpidiopsis* : on peut remarquer les variations de forme et de taille des sporanges, du col de sortie des zoospores etc..... Les figures 1-7 représentent le même parasite sur la même espèce récoltée au Muséum en mars 1869.

Fig. 8. Filament de *Dictyuchus monosporus* Leitgeb, avec sporanges de tailles diverses. L'un d'eux, *a*, émet des zoospores. On voit avec évidence qu'ils ne sont pas tous au même état de développement : *b*, sporange adulte ; en *c*, il présente des vacuoles nombreuses et l'aspect écumeux caractéristique ; *d*, sporange plus avancé encore.

Fig. 9. Zoospores du sporange de la figure 8 : en *a*, elles ont la forme normale ; *b* montre ce qu'elles deviennent lorsqu'elles se sont arrêtées. — Grossissement considérable.

Fig. 10. *Olpidiopsis Saprolegniæ* (A. Br.). — *sp*, spore immobile; *a*, cellule adjacente lisse. — Grossissement : 70 fois.

Fig. 11. *O. Index* Nobis. — *sp*, spore immobile à cellule adjacente échinée. — Grossissement : 170 fois.

[Le *Dictyuchus* de la figure 8 fut récolté à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), sur un *Limax* tombé dans l'eau d'une fontaine, en octobre 1871.]

PLANCHE 4.

Fig. 1-4. *Olpidiopsis fusiformis* Nobis. — Grossissement : 140 fois, sauf la figure 4.

Fig. 1. Filament d'*Achlya leucosperma* Nobis, avec jeunes sporanges *s* d'*Olpidiopsis* et une spore immobile *o* encore englobés dans le plasma.

Fig. 2. *Olpidiopsis* un peu plus avancé : le plasma a presque disparu. — *o*, spore immobile; *a*, cellule adjacente.

Fig. 3. Sporanges présentant déjà l'aspect écumeux qui caractérise les Chytridinées parasites des Saprolégniées; les spores immobiles *o* sont à peu près adultes; la cellule adjacente *a* ne s'est pas encore vidée de son contenu.

Fig. 4. *o*, spore immobile adulte; *a*, cellule adjacente lisse; elle s'est entièrement vidée. Elle est soudée avec deux des dents qui l'entourent étroitement. — Grossissement : 550 fois.

Fig. 5-11. *Olpidiopsis Aphanomycis* Nobis. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 5. Formation d'un sporange à l'extrémité d'un rameau renflé. — *t*, traînées plasmatiques rayonnantes.

Fig. 6. Sporange un peu plus avancé, développé à la base d'une ramification.

Fig. 7. *a*, sporange solitaire; *b*, trois sporanges inégaux.

Fig. 8 et 9. Sporanges en divers points des filaments.

Fig. 10 et 11. Sporanges commençant à émettre des tubes de sortie pour les zoospores.

Fig. 12. *Olpidiopsis incrassata* Nobis. — *s*, sporange; *o*, spores immobiles ovales, entourées d'une matière amorphe; *a*, cellule adjacente (?). — Grossissement 340 fois.

Fig. 13-18. *Rozella Monoblepharidis polymorphæ* Nobis.

Fig. 13. Filament de *Monoblepharis polymorpha* Nobis. — *o*, oogone ovoïde piriforme; *a*, anthéridie; *b*, sporange du *Rozella*; *p*, ouverture laissée par la papille.

Fig. 14. *b*, autres sporanges. Les parois latérales, formées en réalité de deux couches, paraissent, comme dans la figure précédente, n'être formées que d'une seule.

Fig. 15. Spore immobile jeune à paroi encore lisse.

Fig. 16-17. Spores immobiles adultes.

Fig. 18. Spore immobile développée dans un filament renflé excentriquement : ce développement latéral s'exagère et devient normal chez le *Rozella septigena*. (Voyez pl. 6, fig. 17.)

PLANCHE 5.

Fig. 1-9. *Rozella Rhipidii spinosi* Nobis. — Grossissement : 430 fois, sauf dans la figure 3'.

Fig. 1. Jeune sporange; le plasma du parasite ne se distingue pas dans l'article jeune qu'il remplit déjà probablement.

Fig. 2. Sporange du *Rozella* présentant de nombreuses vacuoles et l'aspect écumeux caractéristique. — *p*, papille ; *cl*, cloison mince, formée par la membrane propre du parasite.

Fig. 2'. Autre exemple de cloison mince.

Fig. 3. Même sporange qu'en 2, mais après une heure et demie environ ; sortie des zoospores.

Fig. 3'. Zoospores normales très-fortement grossies.

Fig. 4. Sporange échiné du *Rhipidium spinosum* Nobis, rempli de zoospores du *Rozella*. — *cl*, cloison mince.

Fig. 5. Cloison normale des *Rhipidium;* le canal de l'étranglement s'est un peu rétréci, puis oblitéré par un dépôt de cellulose.

Fig. 6. *a*, sporange vidé du parasite ; *cl*, cloison très-mince; *i*, globule de plasma, assemblage monstrueux de zoospores soudées. — *b*, sporange échiné du *Rhipidium* contenant une spore immobile *sp* en voie de développement; *c*, sporange lisse dans le même cas ; *f* et *g* ne présentent pas de cloison.

Fig. 7. Spore immobile en voie de formation ; aucune cloison en *f*.

Fig. 8. Sporange échiné du *Rhipidium* contenant une spore immobile, entourée de l'auréole claire dans laquelle se forment les échinules. — *cl*, cloison anormale ; *h*, autre cloison anormale.

Fig. 9. Sporanges échinés avec deux spores immobiles : — *a*, en voie de formation; *b*, spore presque adulte ; *cl*, cloisons anormales.

[Ces figures ont été dessinées d'après des individus récoltés à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), au mois de mars 1871.]

Fig. 10-14. *Rozella Apodyæ brachynematis* Nobis. — Grossissement : 550 fois.

Fig. 10. *a*, sporange du parasite presque mûr ; *p*, papille ; *b*, sporange émettant ses zoospores.

Fig. 11. Autre sporange émettant des zoospores.

N. B. — Les zoospores étaient un peu altérées, la plante n'étant pas dans un état très-florissant de vie et de santé.

Fig. 12. Spore jeune à membrane encore lisse. Coupe optique.

Fig. 13. Spore jeune à membrane encore lisse, qui a péri à cet état.

Fig. 14. Spore adulte dans un renflement *a* porté par un autre renflement *b*.

[Les dessins ont été faits d'après des échantillons d'*Apodya brachynema* Hild., récoltés en avril 1869, à Villeberviers (Loir-et-Cher).]

PLANCHE 6.

Rozella septigena Nobis.

Fig. 1. Filament d'*Achlya polyandra* Hild. attaqué par le parasite.— *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, sporanges à divers états. En *m*, la paroi du sporange ne s'est pas soudée avec celle du sporange supérieur, elle est irrégulièrement ondulée. En *a*, les zoospores sont en train de s'échapper; *c* présente l'aspect écumeux caractéristique. — Grossissement : 170 fois.

Fig. 2. Forme normale des zoospores. — Grossissement : 550 fois environ. — Elles présentent une matière plus dense vers la base du cil ; quelquefois elles en présentent également à la portion antérieure de leur masse.

Fig. 3. *a* et *b*, différence de diamètre entre les masses plasmatiques qui vont se changer en zoospores; elles ont été dessinées peu de temps avant leur sortie du sporange. — Grossissement : 550 fois.

Fig. 4. Zoospores anormales aussitôt après leur sortie du sporange, elles étaient à peu près inertes. — Grossissement : 860 fois. (Figure dessinée à l'aide d'un objectif à immersion.)

Fig. 5. Sporange vidé du parasite.— *o*, *o*, ouvertures laissées par la dissolution de la papille ; elles n'ont aucune analogie comme forme et comme situation avec les ouvertures normales des sporanges des *Saprolegnia* ou des *Achlya*. La même remarque pourrait se faire à propos des figures 6 et 7. — Grossissement : 170 fois.

Fig. 6. Filament de *Saprolegnia* montrant les ouvertures *o* par lesquelles sont sorties les zoospores du *Rozella*. — Grossissement : 170 fois.

Fig. 7. Sporange du parasite avec les deux papilles de sortie *p*, *p*, non encore dissoutes : la membrane peut se dédoubler aux environs de ces deux points, mais non sur toute la longueur de la double paroi. Le sporange paraissait altéré.

Fig. 8. Sporanges intercalaires. — *a* émet ses zoospores, l'ouverture n'est pas visible sur le contour ; *b*, sporange très-jeune dont le plasma est rempli par les premières vacuoles ; *m*, cloison oblique. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 9. *a*, sporange à deux lobes, *n* et *v*, séparés par un étranglement ; les zoospores s'y sont cependant développées et se sont en partie échappées par une ouverture non placée sur le contour ; *u*, paroi irrégulièrement formée ; *b*, sporange très-jeune rempli par un plasma sans granules ; il est presque entièrement occupé par une énorme vacuole ; *c*, sporange qui s'est vidé par l'ouverture *o*. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 10. Filament de *Saprolegnia spiralis* Nobis. — *x*, *y*, *z*, cloisons très-nettes des sporanges *a*, *b*, *c*, qui sont définitivement formés ; *u*, *v*, *x*, futures cloisons (?) dans l'intérieur de la cellule *d* ; *p*, *p*, *p*, trois papilles correspondant à ces trois (?) nouveaux sporanges. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 11. Filament de *S. spiralis*, accru au travers d'un sporange vidé dont les parois sont visibles en π, π', π'', et terminé par un jeune oogone *a*. — *a*, *b*, *c*, *d*, sporanges

jeunes; *p*, papille du sporange *a*. Noter l'aspect écumeux du sporange *d*. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 12. Filament de *S. spiralis*. — *a*, sporange muni d'une papille *p*; *b*, sporange très-jeune; *r*, *s*, cloisons véritables; *pl*, traînée plasmatique. — Grossissement : 340 fois

Fig. 13. Filament d'*A. polyandra* Hild., premier état du *Rozella*. — *l*, grande vacuole. Grossissement : 140 fois.

Fig. 14. Le même filament le jour suivant; le contour n'est pas tout à fa le même parce qu'il n'a pas été vu du même côté. La vacuole *l* a disparu. Le lendemain avait émis ses zoospores.

Fig. 15. Spores immobiles du *Rozella* sur un filament de S. *spiralis* présentant en outre des sporanges qui n'ont pas tous émis leurs zoospores. — *o*, ouvertures de ces sporanges; les renflements simulent des oogones; *r* et *s* ne sont pas munis de cloisons.

Fig. 16. Filament de *S. spiralis* présentant des spores immobiles de *Rozella* non encore adultes. — *a*, spore dont la membrane est encore lisse et entourée d'une auréole qui se relie aux parois par des traînées plasmatiques; *b*, spore plus avancée, les échinules commencent à apparaître dans la substance de l'auréole; les traînées sont plus grêles; *m*, cloison accidentelle. Ces renflements ne sont pas perforés comme les oogones du *Saprolegnia*. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 17. Filament du *S. spiralis* avec spores immobiles. En *a*, l'auréole est encore visible, quoique les échinules soient formées définitivement; en *b*, elle a pour ainsi dire disparu. De ces deux renflements, l'un est muni d'une cloison douteuse *n*; l'autre communique avec la cellule *f* fermée par deux cloisons; *g*, sporange très-jeune, muni de sa papille *p*, montrant le rapport des deux sortes de formations. — Grossissement : 340 fois.

[Les figures 2, 8-15, ont été dessinées d'après des individus attaqués, végétant sur du biscuit de munition jeté dans un bassin à l'École normale supérieure à Paris (avril 1871). Le filament de la figure 1 végétait sur un *Helix* mort, récolté dans la même localité et qui nourrissait les mêmes espèces : *Saprolegnia spiralis* Nobis et *Achlya polyandra* Hild.

Les figures 3-7 représentent des filaments qui végétaient sur des branches récoltées dans l'étang Vert, en décembre 1869, dans le bois de Meudon, près de Chaville (Seine-et-Oise).]

PLANCHE 7.

Woronina polycystis Nobis.

Fig. 1-6. Premier développement des sores.

Fig. 1. Accumulation du plasma à l'extrémité d'un filament. Aucune membrane n'existe encore.

Fig. 2. Une membrane est visible en *p*; la partie inférieure du plasma est encore libre dans le filament.

Fig. 3. Deux cellules se sont formées : l'inférieure *b* est moins riche en plasma que la

supérieure *a m*, n.éat intercellulaire au point de rencontre des trois membranes

Fig. 4. Trois cellules sont formées : *a*, *b*, *c*. La paroi inférieure *p* de la dernière *c* présente une irrégularité.

[Les filaments des figures 1-4 appartiennent au *Saprolegnia spiralis*.]

Fig. 5. Deux cellules se sont formées, *a* et *b*.

Fig. 6. Le même filament le lendemain. La cellule *a* s'est un peu modifiée ; le contenu de *b* s'est contracté en sphérules encore engagées un peu dans le plasma logé entre elles ; la cellule *c*, dont il n'y avait pas trace la veille, présente des sporanges entièrement développés les sphérules sont plus nettes qu'en *b* ; le sore est presque mûr.

Fig. 7. Portion de la cellule *b* de la figure précédente. — *c* s'était vidé ; *a* ne s'était pas transformé en sphérules. Les zoospores sont déjà séparées ; les sporanges sont polyédriques par pression. *s*, tube de sortie de la sphérule *a* (ou papille de la membrane générale du sore). — Grossissement : 340 fois.

[Les figures 5 et 6 proviennent du même filament d'*Achlya polyandra* Hild. S'il ne présente pas le même contour dans les deux figures, cela tient à ce qu'il n'est pas vu du même côté.]

Fig. 8. Sore adulte. *s*, *s*, sphérules avec tube de sortie pour les zoospores ; *s'*, tube aplati contre la membrane ; les autres sporanges ne présentent aucun changement de forme. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 9. Filament d'*Achlya polyandra* avec sores à divers états. — *a*, sporanges en partie vidés ; il reste quelques granules oléagineux du plasma initial, qui ne s'est pas transformé ; *b*, *c*, *d*, sporanges imparfaitement formés. Tous ces sores sont désarticulés en partie, mais adhèrent encore les uns aux autres. *l*, portion de la paroi propre de l'*Achlya*. C'est cette paroi, qui, n'étant pas partout rompue, les retient encore ensemble. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 10. *a*, sore développé dans un renflement terminal du *Sapr. spiralis* ; *b*, futur sore ; *o*, ouverture dans la paroi.

Fig. 11, 12, 13. Plans successifs des sphérules ; il n'y a que *l*, *m* et *n* qui portent des ouvertures visibles. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 14. Spore immobile de taille moyenne. — Grossissement : 340 fois.

Fig. 15. Filament d'*Achlya racemosa* Hild. muni d'oogones et d'anthéridies, renfermant en outre trois spores immobiles du *Woronina*. — *a*, cellule dans laquelle la spore immobile ne s'est pas développée. Les oogones *ω* et leurs oospores ont péri sous l'influence du parasite. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 16. Filaments avec sore *a*, et spore immobile adulte *b* ; *c*, cellule qui doit donner naissance à une spore immobile ; *p*, ouvertures de la membrane générale par où le sore s'est vidé. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 17. Deux sores *a* et *b* ; deux spores immobiles *c* et *d* ; *p*, ouverture de la membrane du sore. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 18. Filament avec quatre spores immobiles. — *a* et *b* ne sont qu'indiquées pour permettre de placer la figure précédente ; *c*, spore adulte ; *d*, spore en voie de formation. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 19. Spore immobile en voie de formation : une cloison se trouvait au-dessous du

renflement, à une distance égale à environ à huit fois le diamètre de ce dernier. — Grossissement : 140 fois.

[Les figures 15-19 représentent des filaments d'*Achlya racemosa* Hild.]

Fig. 20-22. *Chytridium glomeratum* Nobis.

Fig. 20. Filament de *Vaucheria*. — *a*, premier état du parasite : les globules qui représentent les jeunes spores sont indistincts ; *b*, jeunes spores à membrane déjà formée, mais encore lisse. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 21. *c*, spores immobiles adultes. — Grossissement : 140 fois.

Fig. 22. Spores adultes plus fortement grossies. — *a*, coupe optique ; *b*, formes diverses des spores et crêtes qu'elles présentent. — Grossissement : 550 fois.

[Les figures 1-7 et 9-13 ont été dessinées d'après des individus végétant sur du biscuit de munition jeté dans un bassin de l'École normale supérieure à Paris (avril-mai 1871). Le filament de la figure 8 végétait sur un *Helix* mort récolté dans la même localité et qui nourrissait les mêmes espèces : *Saprolegnia spiralis* Nobis et *Achlya polyandra* Hild.

Les figures 14-19 représentent un *Achlya racemosa* Hild. attaqué, récolté dans l'eau d'anciennes marnières à Longueville, près de Romorantin (Loir-et-Cher), en juin 1871.

Les figures 20 et 21 sont faites d'après des filaments de *Vaucheria terrestris* et *sessilis* récoltés sur de la terre humide, à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), en mai 1871.

RECHERCHES MORPHOLOGIQUES

SUR L'*ASCOBOLUS FURFURACEUS* PERS.,

Par M. Edouard DE GLINKA JANCZEWSKI.

Le genre *Ascobolus*, créé par Persoon en 1797 (1) et devant former une famille spéciale, ne peut cependant encore être rangé parmi les Champignons, dont la structure et le développement nous sont bien connus. Les recherches dont il a été l'objet ont été généralement poursuivies dans le but de décrire des espèces nouvelles et de nous faire mieux connaître les espèces anciennes (2); aussi l'anatomie et l'organogénie n'y sont-elles que superficiellement traitées. Le mémoire de M. Woronine (3) fait seul exception; il est exclusivement consacré à l'étude de la structure et du développement de l'*Ascobolus pulcherrimus*.

C'est la pensée de contribuer à une meilleure connaissance de ces Discomycètes qui m'a fait entreprendre ce travail, exécuté dans le laboratoire de M. le professeur A. de Bary.

L'ordre que je pense suivre dans ce mémoire sera le suivant: dans la première partie, je traiterai de la structure d'une cupule complétement développée, dont les spores sont mûres; dans la seconde, je passerai à son développement; enfin dans la troisième je présenterai quelques considérations qui résultent de mes observations.

(1) Persoon, *Tent. disp. meth. Fung.*, p. 35.

(2) Coemans, *Sur les Ascoboles de la Belgique* (*Spicilége mycol.*, n. 1, 1862). — Crouan, *Notes sur quelques Ascoboles nouveaux* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. VII, X). — Crouan, *Florule du Finistère*, 1867, p. 55. — Boudier, *Mémoire sur les Ascobolées* (*Ann. des sc. nat.*, 5e serie, t. X, p. 191).

(3) De Bary et Woronine, *Beiträge z. Morph. und Phys. d. Pilze*, Heft II.

I

Anatomie de la cupule.— La forme de la cupule de l'*Ascobolus furfuraceus* est discoïde, quelquefois un peu stipitée. Comme dans les Pezizes, elle se compose du réceptacle proprement dit et de l'hyménium occupant sa face supérieure.

Une mince coupe longitudinale laisse bien reconnaître sa structure anatomique et nous permet de distinguer, dans le réceptacle proprement dit, trois tissus plus ou moins différents.

A. Le *tissu cortical* (fig. 1, *a*) se compose de cellules à membranes minces et colorées en jaune; leur contenu est éminemment aqueux, pauvre en matière protoplasmatique, se colorant par la solution iodée en lilas ou rouge brun. Il recouvre de deux ou trois couches le réceptacle et entoure les bords de l'hyménium. Les dimensions de ses cellules diffèrent selon la place qu'elles occupent; grosses dans la partie basilaire du réceptacle, elles deviennent assez petites dans sa partie supérieure.

B. Le *tissu pseudo-parenchymateux* (fig. 1, *b*) constitue souvent la masse la plus considérable du réceptacle. Il est composé de cellules incolores à membranes minces et de dimensions différentes. Dans la partie basilaire, elles sont grosses et offrent une grande vacuole dans leur protoplasma, ou une quantité de petites qui leur donnent un aspect écumeux, tandis que celles de la partie supérieure sont plus serrées, toutes gorgées de protoplasma et de dimensions assez petites. Entre ces deux formes, on trouve toutes les gradations : ce n'est qu'un seul tissu dont les cellules sont de diverses grosseurs et différemment riches en protoplasma, qui se teint dans tous les cas en rouge brun par la solution iodée (1). Entre les cellules de ce tissu, on réussit parfois à trouver quelques hyphes et le scolécite, sur lesquels je reviendrai plus tard.

(1) Cette réaction identique avec celle de l'épiplasma des thèques a été déjà indiquée par M. le professeur de Bary (*Fruchtentwickelung der Ascomyceten*, 1863, p. 23)

C. La partie supérieure du tissu pseudo-parenchymateux est recouverte par le tissu sous-hyménial (fig. 1, *c*), qui est formé d'hyphes ténues, rameuses, s'entrecroisant mutuellement et se dirigeant plus ou moins horizontalement. Les cellules de ces hyphes sont remplies d'un liquide aqueux ou de protoplasma se colorant en jaune par la solution iodée.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que là où les deux tissus sous-hyménial et pseudo-parenchymatique se touchent, les éléments de l'un se mêlent à ceux de l'autre.

L'*hyménium* se compose : 1° de thèques, 2° de paraphyses, et 3° d'une substance gélatineuse qui réunit les deux organes. Cette substance, nommée *gélin* par MM. Crouan, est colorée dans cet Ascobole en jaune-soufre; la solution iodée la teint en bleu clair.

Les *paraphyses* sont des tubes minces, cloisonnés, à membranes très-ténues, à protoplasma contenant des vacuoles et se colorant par la solution iodée en beau violet ou rouge brun. Elles sont ramifiées dans leur partie basilaire et placées, aussi bien que les thèques, perpendiculairement au plan de l'hyménium.

Développement et structure des spores. — La structure de la thèque et la formation des spores sont dignes de fixer notre attention, d'autant plus que ce dernier phénomène n'a pas toujours été correctement interprété (1). Il est réellement facile de méconnaître la vérité, parce que l'eau agit très-promptement sur le contenu de la thèque et détruit l'arrangement naturel des molécules du protoplasma. Pour éviter cet inconvénient, j'ai eu recours à une solution concentrée d'albumine, méthode appliquée aux observations embryogéniques par M. le professeur Strasburger; elle m'a rendu des services considérables, car ce n'est qu'avec son aide que j'ai pu observer le même objet plus d'une heure, sans le moindre changement.

Une jeune thèque qui se prépare à la formation des spores se présente sous forme de massue; elle est toute gorgée de protoplasma fortement réfringent, mais non homogène dans

(1) Boudier, *loc. cit.*, p. 198.

certaines régions, car il contient des vacuoles. La partie supérieure en est tout à fait dépourvue, et par conséquent parfaitement homogène : elle renferme un nucléus sphérique faiblement réfringent, avec un nucléolule (1). Le reste de la thèque contient une ou deux vacuoles assez grandes pour que le protoplasma se trouve réduit à une couche pariétale assez mince ; ou bien il contient un grand nombre de vacuoles, dont les plus petites sont réunies dans la partie médiane de la thèque et lui donnent un aspect écumeux, tandis que les plus grandes se trouvent dans sa partie basilaire (fig. 3). Dans cet état, la solution iodée colore le protoplasma de la thèque en jaune et la membrane en bleu (2).

D'abord les thèques s'allongent dans leur partie supérieure sans rien perdre cependant de leur structure. Mais à un moment donné, le nucléus disparaît, et les spores commencent à se former dans la partie supérieure (fig. 4), là où le protoplasma est complétement homogène. Je n'ai jamais réussi à trouver une formation de nucléus secondaires qui auraient précédé l'apparition des spores, comme l'a observé M. de Bary chez quelques Pezizes (3).

Les spores, qui apparaissent toutes à la fois, sont d'abord des portions sphéroïdales de protoplasma faiblement réfringent (fig. 4) ; au milieu de chacune d'elles se trouve un nucléus avec un nucléolule présentant le même aspect que le nucléus primitif de la thèque et difficile à reconnaître à cause de sa transparence. Leur forme change bientôt, elle devient ovoïde (fig. 5) ; il n'y a pas encore de membrane, et l'ammoniaque les détruit complétement. Elles ne tardent pas cependant à s'entourer d'une membrane de cellulose (fig. 6) d'abord très-mince, et qui se colore, comme la membrane de la thèque, en bleu par la solution iodée, tandis que le protoplasma des spores et celui qui n'a pas été employé pour leur formation se colorent en jaune. Cette

(1) Cette structure du nucléus a été observée dans un grand nombre de Discomycètes, et même dans cet Ascobole, par M. de Bary (*loc. cit.*, p. 21) ; elle est peut-être générale dans ce groupe de Champignons.

(2) Voy. Coemans (*loc. cit.*, p. 6) et de Bary (*Morph. und Physiol. d. Pilze*, p. 108).

(3) *Loc. cit.*, p. 101 et suiv.

réaction disparaît bientôt : le protoplasma entourant les spores commence à prendre la réaction caractéristique de l'épiplasma ; il se teint par la solûtion iodée en beau violet ou en rouge brun. A mesure que les spores se développent, l'épiplasma disparaît de plus en plus, et, quand elles parviennent à leur maturité parfaite, il n'en reste qu'une couche pariétale extrêmement mince.

Les changements qu'éprouvent les spores depuis le moment où elles présentent une membrane jusqu'à leur parfaite maturité, consistent essentiellement en ce qu'elles gagnent sans cesse en volume ; leur contenu devient finement granuleux et la membrane passe par une série de transformations : elle s'épaissit, se dédouble ensuite (fig. 7), reçoit un appendice gélatineux (fig. 8), et ce n'est qu'à la fin qu'apparaît une membrane violette remarquable par sa couleur et ses dessins (fig. 9).

Une spore parvenue à sa maturité parfaite se compose donc du contenu protoplasmatique, de l'endospore incolore à deux couches, de l'exospore violet et de l'appendice gélatineux (fig. 10).

Ce dernier constitue la partie la moins durable de la spore, comme on pouvait l'induire à priori de sa consistance. Il suffit de retarder la projection des spores pour le voir disparaître même à l'intérieur de la thèque. La membrane violette paraît striée dans le sens longitudinal et oblique (fig. 9, 10). A l'aide d'un fort grossissement, on reconnaît qu'elle n'est pas lisse, mais toute recouverte de saillies ; les stries de couleur plus intense représentent les endroits où la membrane est plus épaisse, les stries plus pâles les endroits où la membrane est plus mince, mais toujours close ; ces stries ne sont donc point des fissures, comme on l'admettait jusqu'à ce jour.

M. Boudier a été le premier à constater, dans son important travail, que cette membrane a une consistance fragile (1) ; il suffit en effet de rouler des spores entre deux plaques de verre pour reconnaître qu'elle se détache de la spore sous forme de masse amorphe et non sous forme de membrane, tandis que le

(1) *Loc. cit.*, p. 203, tab. 6, fig. 22.

reste de la spore se maintient tout à fait intact. Cependant, ni cette constitution, ni la belle couleur violette, ne sont durables. En quelques jours, soit que la spore ait été conservée humide ou sèche, l'exospore prend une couleur brune et une constitution différente. Il ne se laisse plus réduire en masse amorphe et se détache de la spore sous la forme de membrane avec sa structure primitive, facile alors à constater.

Les réactifs chimiques se comportent différemment à l'égard de l'exospore normal et de l'exospore brun. La potasse caustique et l'ammoniaque sont très-efficaces à l'égard de la spore normale. La partie gélatineuse disparaît en un clin d'œil, l'exospore violet se gonfle et se décolore en quelques secondes. Il semble être alors d'apparence gélatineuse, à contours peu réguliers et difficiles à saisir; il se dissout peu à peu dans ces liquides, tandis que la spore reste intacte pendant toute l'opération. Les acides nitrique et chlorhydrique agissent d'une manière semblable, mais l'exospore ne se gonfle pas autant.

Quand l'exospore est déjà brun, ces acides ainsi que l'ammoniaque sont sans effet. Mais la potasse caustique, comme alcali plus énergique, provoque une dilatation en direction tangentielle, c'est-à-dire que l'exospore seul se distend et forme ainsi un sac renfermant la spore, d'un volume beaucoup moindre que le sac. Si le réactif est concentré et agit pendant un certain temps, alors la couche extérieure de l'endospore se distend aussi et produit des boursouflures sur sa surface (fig. 13), si la dilatation n'est que locale; ou bien, si elle est générale, la désunion est complète.

L'acide sulfurique produit en tout cas dans la spore une désorganisation sensible. Si l'exospore est violet, il passe par la couleur indigo à une teinte cendrée, perd ses stries caractéristiques, se distend aussi en direction tangentielle et se plisse souvent transversalement (fig. 11), tandis que l'exospore brun n'affecte que les changements que produit la potasse caustique (fig. 12, *a*). Dans les deux cas, la spore, c'est-à-dire son protoplasma, et l'endospore se dissolvent peu à peu (fig. 12), et après quelque temps il n'en reste plus de vestige.

Ce coup d'œil sur la manière dont se comportent les spores à l'égard des réactifs chimiques m'a paru indispensable, afin de démontrer la nature particulière de l'exospore, et de faire comprendre certains phénomènes qui accompagnent la germination.

Germination des spores. — Quiconque s'est occupé des Ascoboles se rappelle sans doute que leurs spores ne germent point, quelles que soient les conditions de la culture, et qu'ils ne peuvent être multipliés qu'à l'aide de leur mycélium (1). M. Boudier a cependant réussi à faire germer les spores de l'*Ascobolus viridis*; les phénomènes de cette germination se trouvent décrits dans son mémoire (2). Mais l'*Ascobolus viridis* est une espèce humicole et carbonicole, qui vit dans des conditions tout autres que les espèces stercoraires. Ici une question se présente : ces dernières germent-elles de la même manière et à quelles conditions ?

Toutes mes cultures artificielles n'ayant donné que des résultats négatifs, il a fallu imaginer une méthode différente de celle adoptée par mes prédécesseurs. Je mêlai à cet effet, à la nourriture d'un lapin, une forte portion de spores brunes et violettes; les crottes furent ensuite soumises à l'investigation, et j'y retrouvai les spores : je pus dès lors me rendre témoin des phénomènes de leur germination. Ils consistent en ce que la spore, en traversant le canal digestif, gagne considérablement en volume, ce qui provoque l'apparition d'une ou deux vacuoles dans son contenu (fig. 14, *a*). Lorsque l'exospore est brun, il se distend seulement, ou bien il se détache partiellement de la spore (fig. 14, *e*), sa structure restant toujours intacte (fig. 14, *f*); tandis que l'exospore violet se dissout complétement sous l'influence des sucs digestifs. Les spores, ainsi disposées à la germination, l'accomplissent indépendamment des conditions extérieures, et aussi bien dans l'eau

(1) M. Coemans (*loc. cit.*, p. 6) prétend au contraire que les spores germent facilement dans l'humidité, et donnent naissance à un mycelium produisant des conidies en forme de *Penicillium* et de *Torula*. On ne peut pas prêter foi à ces observations ; non-seulement tous les botanistes qui s'en sont occupés (MM. de Bary, Woronine, Brefeld et moi-même) n'ont obtenu que des résultats négatifs pour beaucoup d'espèces, mais encore M. Coemans ne décrit pas la manière dont s'opère la germination.

(2) *Loc. cit.*, p. 207, pl. 5, IV, fig. 13, 14, 15.

que dans les crottes elles-mêmes. Elles engendrent des tubes mycéliens qui prennent naissance à l'une ou à l'autre extrémité, quelquefois aux deux, ou à n'importe quel point de la surface, et dans lesquels passe tout leur protoplasma. La membrane de ces tubes est la continuation immédiate de la couche extérieure de l'endospore; il en résulte que les germes ont besoin de percer la couche extérieure de l'endospore, et de l'exospore, s'il existe. Ces tubes se cloisonnent bientôt, se ramifient, et constituent un mycélium qui n'est sujet à aucune production conidienne.

Mes observations se trouvent donc en parfait accord avec celles de M. Boudier sur l'*Ascobolus viridis*. Toute la différence consiste en ce que l'exospore violet se dissout sous l'influence des sucs stomacaux et intestinaux, fait qui était à prévoir d'après l'efficacité des réactifs chimiques.

Quelle est la cause résidant dans le tube digestif qui détermine la germination des spores? Il est encore impossible d'y répondre. Je suis cependant porté à croire que cette propriété ne doit pas être attribuée à une seule cause, mais à la combinaison des diverses conditions que les spores y rencontrent.

II

La partie de mes recherches la plus importante pour la morphologie est incontestablement l'organogénie de la cupule. C'est à M. Woronine que la mycologie doit la découverte des phénomènes qui accompagnent les premiers états de développement de la cupule chez l'*Ascobolus pulcherrimus* (1). Il a trouvé que le premier indice de la cupule est un corps vermiforme nommé *scolécite* par M. Tulasne, naissant des filaments mycéliens. Le scolécite se compose d'une rangée de cellules courtes, mais dont le diamètre dépasse de beaucoup celui du mycélium. Les filaments voisins émettent ensuite des ramuscules dont les cellules terminales s'appliquent si fortement à la partie antérieure du scolécite, qu'il n'est pas facile, qu'il est même impossible de les

(1) *Loc. cit.*, p. 1 et suiv.

en détacher. Puis, le scolécite et les organes fécondateurs *pollinodes* s'entourent d'hyphes rameuses qui se dirigent et s'entre-croisent en tout sens, en prenant naissance dans le mycélium voisin, de sorte qu'elles forment une pelote au milieu de laquelle se trouve le scolécite. Ces pelotes se développent de plus en plus, et deviennent de jeunes cupules dans lesquelles, lorsqu'elles étaient toutes jeunes, on n'observait aucune thèque. M. Woronine a retrouvé le scolécite, dont les cellules antérieures avaient sensiblement grandi et étaient appliquées au nombre d'un à trois immédiatement à la surface inférieure de l'hyménium. Quel est le rôle du scolécite ; se trouve-t-il en quelque relation avec les éléments de l'hyménium? M. Woronine n'a pu le décider ; il n'a jamais réussi en effet à retrouver le scolécite dans des cupules parvenues à leur développement complet.

M. Tulasne (1) a constaté la présence du scolécite chez l'*Ascobolus furfuraceus*, et le faisait sortir par pression des jeunes cupules. En ce qui concerne le phénomène de la fécondation et e rôle du scolécite, M. Tulasne ne l'a pas décidé, et M. Boudier (2), en confirmant l'observation de M. Tulasne, n'a apporté aucun fait nouveau, relativement au rôle du scolécite.

Telles sont les connaissances que nous avions du développement des Ascoboles.

L'*Ascobolus furfuraceus* est une espèce très-favorable à beaucoup de recherches ; mais malheureusement les phénomènes de la fécondation y sont très-difficiles à observer. La cause en est qu'il ne se prête pas à la culture sur des lames de verre et que ses cupules se développent avec une rapidité extraordinaire. Mes propres observations concordent assez bien avec celles de M. Woronine. Le scolécite est ici un peu plus grand et plus ou moins courbé en virgule (fig. 16) ; les cellules, au nombre de 8 à 15, y sont toutes gorgées de protoplasma finement granuleux. La fécondation s'opère de cette manière : une branche venant du voisinage se ramifie à son extrémité et embrasse de ses ramuscules

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. VI, p. 215.

(2) *Loc. cit.*, p. 208.

pollinodes la partie antérieure du scolécite (fig. 15). Mais si une copulation réelle a lieu entre le scolécite et le pollinode, je n'ai pu le décider. Le pollinode ne diffère de la sorte en rien des branches du mycélium; il ne s'en distingue pas morphologiquement, et ce n'est que l'analogie de la fonction qui nous autorise à lui attribuer le rôle d'organe fécondateur. Ensuite tout cet appareil se trouve entouré de filaments ramifiés et entrecroisés qui viennent du voisinage et forment une pelote incolore au milieu de laquelle on aperçoit le scolécite, dont le côté convexe regarde le sommet.

Quand le tissu de cette pelote s'est un peu accru, il est facile d'en isoler le scolécite; une légère pression détermine le déchirement du tissu de la pelote, et l'on voit sortir par cette fente le scolécite en apparence tout à fait intact (fig. 16). Ses cellules sont gorgées de protoplasma et n'ont gagné qu'en volume. C'est le tissu filamenteux de la pelote qui devient bientôt le siége d'un accroissement considérable, tandis que le scolécite conserve pour toujours ses dimensions, et ce n'est qu'une des cellules dont il est constitué qui est susceptible d'un développement spécial.

L'enveloppe filamenteuse c'est le tissu de la cupule future; elle s'accroît dans toutes les directions, mais surtout dans sa partie supérieure. C'est par cette raison que le scolécite, au lieu d'occuper le centre de la pelote, se trouve bientôt dans sa moitié inférieure. Les couches extérieures de la pelote ne tardent pas à se transformer sur toute sa périphérie en tissu cortical coloré en jaune; elles changent donc leur structure filamenteuse en pseudoparenchymateuse. C'est à l'abri de cette écorce que se développe l'hyménium (fig. 21), comme l'ont déjà trouvé MM. Coemans (1) et Woronine (2), sans en signaler l'importance.

Depuis ce moment, les jeunes cupules sont opaques et jaunes; pour étudier les métamorphoses qui ont lieu dans leur intérieur, il faut les rendre transparentes à l'aide de la glycérine ou de l'ammoniaque, et, quand elles sont plus âgées, en faire des coupes

(1) *Loc. cit.*, p. 7.

(2) *Loc. cit.*, pl. II, fig. 5.

longitudinales. On voit bientôt que le tissu filamenteux et incolore se transforme aussi en pseudoparenchyme. Cette métamorphose s'opère graduellement de la base au sommet. Dès qu'elle en a envahi la plus grande partie, les paraphyses commencent à naître de sa partie supérieure restée jusque-là filamenteuse. De la surface qui est en contact immédiat avec le tissu cortical naissent de petits ramuscules qui se dirigent tous vers le sommet de la pelote. Ce sont des paraphyses qui se ramifient dans leur partie basilaire, s'allongent considérablement, excrètent le gélin, et forment bientôt l'hyménium encore dépourvu de ses éléments les plus importants, qui sont les thèques (fig. 21).

Dès le premier moment de l'apparition des paraphyses, le scolécite éprouve des changements considérables. A l'exception d'une seule, toutes les cellules du scolécite perdent leur protoplasma et restent étrangères à tout développement; leur membrane s'épaissit sensiblement. Mais la troisième ou quelquefois la quatrième cellule du bout antérieur gagne en volume et engendre des hyphes sur sa surface libre de soudure avec les cellules voisines du scolécite. Ces hyphes, dans lesquelles passe tout le protoplasma de la cellule qui leur donne naissance, apparaissent d'abord sur le côté qui regarde le sommet de la cupule; leur développement s'arrête à cet endroit, ou bien il envahit toute la surface. Ces hyphes se dirigent cependant toutes en haut, et sont plus ou moins étalées, ce qui dépend de la position plus ou moins profonde du scolécite dans le tissu du réceptacle. Quand leur longueur dépasse certaines limites, elles se cloisonnent, se ramifient un peu, et, quand elles ont atteint la surface d'où s'élèvent les paraphyses, elles prennent une direction horizontale. Leur ramification y devient considérable; de là naît le tissu que j'ai nommé tissu sous-hyménial, à travers lequel passent les paraphyses.

Les hyphes du tissu sous-hyménial donnent naissance aux thèques d'une manière très-simple. Ses cellules produisent une excroissance latérale qui grossit, s'allonge, se sépare ensuite de la cellule mère par une paroi transversale. La jeune cellule ainsi formée, en se développant, acquiert peu à peu la forme d'une

thèque et absorbe tout le protoplasma de la cellule mère (fig. 20) qui reste remplie de liquide aqueux. Lorsque la jeune thèque a atteint une certaine dimension, on y voit apparaître le nucleus. Mais, comme cette production peut être considérée comme le prélude de la formation des spores, les métamorphoses ultérieures du contenu de la thèque ont été décrites dans le développement des spores.

Le rôle que joue dans le développement de la cupule la cellule particulière du scolécite me permet de lui attribuer la dénomination de *cellule ascogène,* tandis que les hyphes qui y prennent naissance et engendrent les thèques, doivent être nommées *hyphes ascogènes.*

Je n'ai jamais réussi à trouver plus d'une cellule ascogène dans le même scolécite. Cependant il m'a été donné de découvrir une jeune cupule contenant deux scolécites dont chacun avait une cellule ascogène propre.

Il est en vérité très-difficile de savoir précisément s'il existe réellement une pareille connexion entre les thèques et la cellule ascogène. Les coupes des cupules développées ne sont que très-rarement propres à une démonstration rigoureuse ; le cours des hyphes ascogènes étant irrégulier, il est impossible de les suivre sur une étendue quelque peu considérable dans une tranche assez mince. Le moyen le plus pratique est d'isoler le scolécite par la pression au moment où apparaissent les premiers rudiments des thèques. Quand la cupule doit rester petite, les hyphes ascogènes sont stériles sur un espace assez limité ; alors on réussit parfois à obtenir le scolécite en connexion avec les hyphes ascogènes (fig. 19), ce qui écarte tous les doutes à cet égard.

Le développement définitif de la cupule consiste en ce que ses éléments gagnent en volume et en quantité. C'est exclusivement l'apparition et l'évolution rapide des thèques dans l'hyménium qui augmentent son volume au point que le tissu cortical qui le recouvre n'est plus en état de résister à la pression qui en résulte, et qu'il se déchire enfin pour laisser à nu la couche hyméniale. Ses débris se décomposent en cellules et disparaissent totalement, de sorte que la cupule prend sa forme typique. Le scolécite

peut toujours s'y retrouver, même dans une cupule parfaitement adulte. Dans ce but il est indispensable d'en couper des tranches longitudinales successives et de les rendre transparentes à l'aide de la glycérine ; dans une de ces tranches, on trouvera la cellule ascogène accompagnée d'autres cellules scolécitaires qui ont conservé leur forme caractéristique avec cette différence seulement, que les membranes de la cellule ascogène et des parties basilaires des hyphes ascogènes sont beaucoup plus épaisses qu'auparavant.

III

Les faits acquis par mes observations ayant été exposés, qu'on me permette d'y ajouter quelques remarques générales sur le sujet que je traite.

Je rappellerai d'abord que c'est à M. de Bary que la mycologie doit l'idée ingénieuse de la sexualité des Ascomycètes. Dans deux mémoires classiques sur l'*Erysiphe* et l'*Eurotium* (1), il a démontré la corrélation des thèques avec l'organe femelle. Je me sens heureux de pouvoir ajouter maintenant à cette théorie un nouveau fait relatif à un autre ordre des Ascomycètes, aux Discomycètes, bien qu'il existe entre l'ascogone de l'*Erysiphe* et de l'*Eurotium* d'une part, et le scolécite de l'*Ascobolus* de l'autre, cette différence importante, qu'ici ce n'est qu'une cellule d'un organe femelle pluricellulaire qui donne naissance aux thèques par l'intermédiaire des hyphes ascogènes.

L'*Ascobolus furfuraceus* étant un Discomycète typique et ayant des paraphyses, mon mémoire pourra peut-être contribuer à la solution de la question, de savoir si ces organes tirent leur origine de l'organe femelle, comme les thèques, ou bien s'ils dérivent du tissu du réceptacle ? Il en résulte que les paraphyses qui appartiennent au tissu de ce dernier, n'ont rien de commun avec les organes sexuels, et doivent être considérées comme d'*origine asexuelle*.

(1) De Bary et Woronine, *Beiträge z. Morph. und Phys. der Pilze*, Heft. III.

Mais, que devons-nous regarder comme genre *Ascobolus?* C'est une question qu'il est encore impossible de résoudre. Dans leur état parfait, les Ascoboles sont si proches des Pezizes, que les traits caractéristiques à l'aide desquels on espérait les distinguer se sont montrés insuffisants. Ainsi nous possédons bon nombre d'Ascoboles à spores incolores et quantité de Pezizes à déhiscence operculaire de la thèque. La proéminence des thèques que M. Boudier réserve aux Ascoboles se retrouve aussi chez quelques Pezizes et n'est qu'une différence quantitative, par conséquent peu naturelle, à mon avis; l'organogénie pourra seule jeter quelque lumière sur cette question délicate. La forme des organes sexuels et la manière dont s'opère la fécondation pourraient peut-être l'élucider; mais la difficulté des observations et l'imperfection de nos connaissances à cet égard y mettent obstacle. Disons toutefois que le scolécite a été déjà trouvé chez les *Ascobolus pulcherrimus*, *furfuraceus*, *carneus*, *saccharinus* et *pilosus*.

Une autre différence dans le développement de ces Champignons est beaucoup plus facile à reconnaître. Elle consiste en ce que chez les Ascoboles l'hyménium s'engendre dans le tissu de la cupule sous une couche corticale que la déhiscence et la désorganisation mettent à nu : *A. pulcherrimus furfuraceus*, *carneus*, *saccharinus*, *pilosus* et *Kerverni;* tandis que chez les Pezizes, à ma connaissance, l'hyménium apparaît toujours sur la surface de la cupule, qu'elle soit plane ou même convexe : *Pyronema confluens*, ou d'abord concave et communiquant avec l'air ambiant, à l'aide d'une petite ouverture : *Peziza nivea? scutellata*, *Fuckeliana* et *Sclerotiorum*. Cependant, je l'avoue, le nombre des faits sur lesquels s'appuie ma conviction est encore trop restreint pour l'ériger en théorie incontestable. Si ces faits se trouvent constatés et généralisés, il me sera agréable de voir mes idées confirmées.

Le réceptacle de l'*Ascobolus* ne peut nullement être désigné comme gymnocarpe dans le sens strict de ce mot.

Enfin je dois appeler l'attention sur ce fait, que l'existence des *Ascoboles stercoraires* dépend de la vie animale d'une manière

différente de celle de beaucoup d'autres Champignons stercoraires (par ex. *Sordaria*), qui se développent immédiatement sur le fumier. L'organisme animal fournit leur nourriture aux uns comme aux autres, mais la reproduction des Ascoboles serait impossible si une fonction physiologique, la digestion, n'intervenait et n'occasionnait la germination des spores. Cette dépendance rappelle en quelque sorte les rapports des Insectes avec la fécondation des Phanérogames, bien que les deux phénomènes soient d'une nature toute différente.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 8.

Les figures ont été dessinées à la *camera lucida*.

Fig. 1. Coupe longitudinale d'une cupule adulte. La cellule ascogène est visible aussi, bien que les hyphes ascogènes. — *a*, tissu cortical ; *b*, tissu pseudo-parenchymateux ; *c*, tissu sous-hyménial. — Grossissement, 70 diamètres.

Fig. 2. *a*, *b*, *c*, divers états des jeunes thèques encore dépourvues de nucléus. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 3. *a*, *b*, *c*, jeunes thèques avec des nucléus. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 4. Apparition des spores, elles sont sphéroïdes et encore sans membrane. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 5. Les spores adoptent la forme ovoïde, mais n'ont pas encore de membrane. — Grossissement, 491 diamètres.

Fig. 6. Apparition de la membrane de cellulose autour des spores. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 7. *a*, dédoublement de cette membrane, l'épiplasma commence à disparaître ; *b*, une spore d'une grosseur anormale à deux nucleus prise dans une thèque où le nombre en était moindre que 8. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 8. Thèque avec peu d'épiplasma ; les spores ont reçu les appendices gélatineux. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 9. Thèque aux spores parvenues à leur maturité. — Grossissement, 330 diamètres. (Les figures 2-9 sont vues dans la solution d'albumine.)

Fig. 10. Spore normale vue dans l'eau ; l'appendice est gonflé. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 11. Spore violette traitée par l'acide sulfurique, il n'en reste que l'exospore. — Grossissement, 330 diamètres.

Fig. 12. Spores brunes traitées par le même réacif. — *a*, l'exospore est distendu ; *b*, la spore commence à se dissoudre, et en *c* il n'en reste aucune trace. — Grossissement, 330 diamètres.

Fig. 13. Spores brunes traitées par la potasse caustique ; l'exospore s'est distendu en forme de sac, tandis que la couche externe de l'endospore n'a éprouvé qu'une distension locale en forme de boursouflure latérale. — Grossissement, 330 diamètres.

Fig. 14. Germination des spores. — *a*, immédiatement après l'extension, son exospore a disparu, aussi bien que sur les spores *b*, *c*, *d*, tandis que *e* le conserve partiellement et *f* demeure intact. *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, sont vues vingt-quatre heures après avoir été mangées par le lapin. — Grossissement, 330 diamètres.

Fig. 15. Scolécite fécondé par le pollinode. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 16. Scolécite d'une pelote incolore isolé par la pression. — Grossissement, 330 diamètres.

Fig. 17. Parties de scolécites plus avancés. La cellule ascogène émet des hyphes ascogènes. — Grossissement, 330 diamètres.

Fig. 18. Cellule ascogène aux hyphes en partie rompues ; celles qui sont restées, sont partagées en cellules et gorgées de protoplasma. — Grossissement, 400 diamètres.

Fig. 19. Scolécite isolé aux hyphes détachées, à l'exception d'une seule qui porte deux jeunes thèques *a* et *b* ; *c*, *d*, branches naissantes. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 20. *a*, *b*, hyphes ascogènes isolées d'une jeune cupule. Le contenu des thèques est altéré par le séjour dans l'eau. — Grossissement, 490 diamètres.

Fig. 21. Tranche longitudinale (schématisée) d'une cupule encore close. — Grossissement, 110 diamètres.

Fig. 22. Faisceau de jeunes paraphyses, dont la transition en pseudoparenchyme est évidente. — Grossissement, 490 diamètres.

NOUVELLES NOTES

SUR

LES *FUNGI TREMELLINI* ET LEURS ALLIÉS,

Par MM. TULASNE (1).

I. — Quand une organisation spéciale ou une certaine structure est commune à un très-grand nombre d'êtres différents, il est évident que les moindres modifications de cette organisation ou de cette structure méritent l'attention de l'observateur ; et cette proposition est surtout vraie s'il s'agit d'un appareil important, comme est celui de la reproduction envisagé dans la multitude des Champignons basidiophores.

Tel est le motif de l'intérêt particulier qui s'attache, dans cette grande famille, au petit groupe des *Trémelles* et des espèces analogues. Les *Fungi Tremellini*, en effet, ne se distinguent pas seulement des autres Basidiomycètes par leur consistance muqueuse, qui leur est d'ailleurs commune avec certains Mérules ; ils offrent encore dans la structure de leur *hymenium* des caractères particuliers qui les font aisément reconnaître. Leurs basides ou cellules hyméniales et sporophores sont, ainsi que nous l'avons montré autrefois (2), construites suivant deux types distincts : les unes, celles des *Dacryomyces* et du *Guepinia Peziza* Tul., sont étroitement claviformes, puis elles s'allongent en deux bras ou processus épais et divariqués, qui portent chacun une

(1) Ces *Notes* ont été d'abord publiées en anglais, au commencement de l'année 1871, dans le tome XIII (p. 31-42) des *Procès-verbaux de la Société Linnéenne de Londres*; depuis, des dessins que nous croyions perdus ont été retrouvés, et il nous est accordé de les donner ici, soit pour aider à l'intelligence du texte, soit pour offrir des termes de comparaison avec les objets que ces *Notes* concernent plus spécialement.

(2) Voyez les *Ann. des sc. nat.*, 3ᵉ série, t. XIX (1853), p. 193-231, pl. 10-13.

spore réniforme et cloisonnée. Sous cette apparence fourchue, les basides des *Dacryomyces* se distinguent encore aisément des basides également dispores, mais obtuses, de certains *Hypochnus* et autres Hyménomycètes non mucilagineux.

Le second type de basides s'observe chez les Trémelles proprement dites, où ce sont des cellules globuleuses, sinon même tout à fait sphériques, qui le plus souvent se partagent de haut en bas en quatre parts égales; ces segments se dissocient ou restent unis, mais s'allongent chacun pareillement en un long stérigmate filiforme qui gagne la périphérie de la plante et y produit dans l'air une spore réniforme et ordinairement indivise.

Si, malgré l'opinion contraire de M. Fuckel, on admet, comme les anciens mycologues, la parenté des Auriculaires avec les Trémelles, il faudrait noter ici une troisième sorte de baside fort distincte des précédentes, celle que M. de Bary a fait connaître dans l'*Auricularia sambucina* Mart. (*Hirneola Auricula Judæ* Berk.), et qui consiste en un tube droit et épais, divisé par des cloisons transversales en quatre loges ou tronçons, dont chacun émet par son extrémité un long spicule sporophore. (Voy. de Bary, *Morph. und Physiol. der Pilze*, etc., p. 116, fig. 47, *a–c*.)

Une circonstance commune à ces trois types, c'est que la baside et ses appendices sont remplis d'un *plasma* grenu et peu transparent qui est employé tout entier à la formation des spores, de façon qu'à la maturité de celles-ci, les organes qui les ont produites sont absolument vides et diaphanes. On remarque en outre que les spicules sont généralement beaucoup plus épais que chez la plupart des autres Hyménomycètes.

II. — Puisque nous avons mentionné en premier lieu l'organisation hyméniale des *Dacryomyces*, nous parlerons aussi d'abord d'un petit Champignon qui présente la même structure anatomique, mais que sa forme mieux définie et stipitée rapproche des *Leotia* ou *Mitrula* de la tribu des *Heyderia*. Il ressemble même tellement à ceux-ci, qu'on voudrait le leur associer, n'était son mode tout à fait exserte de fructification qui le retient forcément parmi les Basidiomycètes et au nombre des *Fungi Tremellini*.

Le nom que nous proposons pour le désigner rappellera cette double analogie.

DACRYOMITRA PUSILLA

(Pl. IX, fig. 5-7.)

Fungillus totus dilute luteus solidusque, natura et intima fabrica genuinarum *Tremellarum* ac maxime *Dacryomycetum* æmulus, forma autem minimarum *Typhularum* seu *Mitrularum*, 8–10 millim. altus, rectus et rigidulus, e stipite gracili, tereti, semipellucido levique, et clavula coloris nonnihil opacioris, ovato-conica, continua, 4-5 millim. longa et $1^{mm},5$-2 millim. crassa. Densam stipitis compagem filamenta constituunt exilissima, nimirum $0^{mm},002$ vix crassa, mucosa, quasi sine lege ramosa, achroa et parcissime septifera. Filamenta illa, ubi in clavulam transierunt, quadantenus incrassantur et brachia iteratis vicibus bifurca presso ordine extrorsum agunt. Brachiola hæc clavulæ in modum extrema tument, basidia fiunt, singulatimque sterigmata duo $0^{mm},013$-025 longa, acuta modiceque divaricata exserunt. Sterigmata, de more, suam fere totam longitudinem adepta sunt priusquam fertilia, monospora scilicet, evaserint. Sporæ initio ovatæ, maturescendo cylindricæ et curvulæ fiunt, septis tribus transversis dividuntur, $0^{mm},013$ longitudine, $0^{mm},003$ crassitudine pleræque vix excedunt et plasmate æquali primum referciuntur.

Gregarius viget in ligno *Castaneæ vescæ* corrupto nobisque ineunte augusto mense (anno D. MDCCCLX) prope Cadvillam Versaliorum, in medio trunco, solo tenus jamdiu exciso, sub umbra sylvæ opacæ udæque occurrit; ex hoc autem tempore eumdem ne iterum quidem offendimus.

Fungillus a vertice ad radices arte dissectus substantiam minime lacunosam, i. e. prorsus continuam ostendit, ita ut stipitis compages clavulæ axim longe attenuata fingat; clavula ipsa fertilis *Dacryomycetibus* pulviniformibus propior natura est. Id substantiæ sporophoræ ab axi clavulæ minime secedit. Fungillus propterea *Heyderiam Abietis* Fr. (*Mitrulam Heyderi* Pers.) imi-

tatur, omnem si licet adhibere fidem Persoonianæ illustrationi quam videas in *Tentamine disposit. methodicæ Fungorum* (pp. 36 et 47), tab. III, fig. 12 *a-c* (1).

III. — Un *hymenium* comparable à celui des *Dacryomyces* appartient aussi aux *Calocera*, que leur forme linéaire a longtemps fait confondre avec les Clavaires, mais dont les affinités réelles sont aujourd'hui comprises par les mycologues les plus autorisés, tels que MM. de Bary (*op. modo cit.*, p. 115) et Fuckel (*Symb. mycol.*, p. 30), de la même manière que nous les avons jadis interprétées nous-même (voy. les *Ann. des sc. natur.*, 3ᵉ sér., t. XIX (1853), p. 224).

Dans le *Tremella helvelloides* DC., fort belle espèce dont la structure était restée inconnue, nous avons vu des basides à peu près fourchues comme celles des *Dacryomyces*, mais presque aussi globuleuses que celles des vraies Trémelles. Ce Champignon que M. Fries a justement transporté des Trémelles dans son groupe des *Guepinia*, diffère cependant de ceux-ci en ce qu'il n'est fertile qu'à la face inférieure de son chapeau. Dans notre *Guepinia Peziza*, par exemple, l'hyménium n'est effectivement étendu que sur la face supérieure ou cupuliforme de la plante, exactement comme chez les Pezizes (2).

Qu'il nous soit permis de placer ici une courte description du *Guepinia helvelloides* Fr.

GUEPINIA HELVELLOIDES.

(Pl. X, fig. 11-13.)

Guepinia helvelloides Fr., *El. Fung.*, part. alt., p. 31 ; *S. veg. Scand.*, p. 331. — Tul. in *Actis Soc. Linn. Lond.*, part. bot.,

(1) Tout ce que nous disons ici du *Dacryomitra pusilla* manque à l'édition anglaise de notre mémoire ; car lorsque nous la préparions, nos notes et dessins relatifs à ce petit Champignon n'étaient pas à notre disposition.

(2) Voyez les *Ann. des sc. nat.*, Bot., 3ᵉ sér., t. XIX (1853), p. 223 et 224, et la planche IX, fig. 1-4, ci-jointe.

t. XIII, pp. 32-33. — Desmaz., *Pl. Crypt. de Fr.*, ser. alt., fasc. XIV (1859), n. 661. — Rabenh., *Fung. Europ. exsicc.*, ed. alt., ser. II, cent. alt. (1860), n. 131.

Tremella helvelloides DC., *Fl. fr.*, t. II, p. 93, n° 241. — *Fr. Syst. myc.*, t. alt., p. 211.

Tremella rufa Jacq., *Miscell. austr.*, t. I (1778), p. 143 (*Fungus subalpinus* IX), tab. XIV.

Gyrocephalus juratensis Pers. in *Actis Soc. Linnœanæ Paris.*, ad ann. 1824, p. 77.

Fungus gelatinoso-carnosus, tenax, pileatus, stipitatus, terrestris, totus carnei, aurantiaco-rosei s. purpurascentis coloris, gregarius; pileus tenuisculus, primo quasi spathuliformis et unilateralis, adultus autem semi-orbicularis v. obovatus, diametro 1-2-pollicaris, maxime repandus aut saltem conchatus, circum-circa attenuato-recurvus, in stipitem lateralem, omnino consubstantialem, compressum, sæpius canaliculatum, verticalem aut obliquum, altitudine varium, sæpius autem circiter pollicarem basique velutinum desinens; pagina superiore tandem ob papillas lineares dense erectas velutina albicante et quasi farinosa, cæterum sterili, nec nisi rarissime parcissimeque sparsim sporophora; infera contra pagina, quæ scilicet deorsum ad terram conversa spectat, coloris vulgo saturatioris, tota glabra et fertili, interdum vero, maxime ad margines, venis paucis prominulis, obtusissimis et quasi inordinate anastomosantibus, *Meruliorum*, more, instructa; basidia obovato-globosa tandemque bipartita in sterigmata duo linearia longa divaricata desinunt quibus singulis spora ovata v. brevissime oblonga, quadantenus curvula, utrinque tandem obtusissima, levissima, $0^{mm}01$ longa et $0^{mm},004$-007 crassa, debito tempore insistit.

Crescit sero autumno in pinetis et fagetis montanis sæpissimeque series describit lineares; tali ordine gregarium frequentemque vidimus in sylvis Carthusianis prope Gratianopolim Delphinensium, exeunte septembri a. S. 1857, longe rariorem contra a. 1859, mense eodem.

Fungi membrana lineam et ultra crassa, ex gelatina quasi achroa simul ac fibris ramosis et laxe implexis tota constat.

Sporæ forma et crassitudine variant; pulveris instar albidi posticam s. inferam pilei faciem humidæ cumulatæ velant, quam cultelli acie si raderis hanc farinam sine negotio colliges. Sporæ recentes basi acutiusculæ quidquam sterigmatis aliquando retinent, ocellumque pallidum sub medio tegmine monstrant; endochroma s. plasma contentum in guttam oleosam crassam mediamque tandem pro maxima parte vertitur. Sporæ ab alterutro apice, rarius a latere, germen filiforme protrudunt, ex quo semen secundi ordinis aliquando extremum oritur.

Fungus truncis aut quisquiliis foliisve putridis sæpius insidet, ejusque mycelio albido et parco involvi quandoque suspicati sumus lapillos illos s. calcareas concretiones quas trunci isti corrupti (maxime abiegni) suis in penetralibus fovebant; cæterum hi lapilli albidi, licet nucis avellanæ et quod excedit crassitudine, oblongi autem et varie compressi, ejusdem omnino naturæ videbantur atque nuclei longe minores quos in *Tremella* s. *Næmatelia* quadam mauritanica olim videramus. (Conf. *Ann. sc. nat.*, ser. 3, t. XIX, p. 204.)

IV.— Depuis notre premier travail sur les Champignons dont nous parlons ici de nouveau, nous avons constaté dans les *Tremella frondosa* Bull. et *Tr. albida* Huds., un appareil hyménial ou fertile semblable, quant aux basides tétraspores, à celui du *Tremella mesenterica* Retz. Les beaux groupes de *Tremella frondosa* vivant que nous avons rencontrés au mois de janvier 1863, sur le tronc desséché d'un Chêne de la forêt de Meudon, ne mesuraient pas moins de 15 à 20 centimètres en diamètre; ils étaient d'une couleur de chair très-pâle, tirant sur le jaunâtre; la membrane du Champignon, mince, gaufrée et chiffonnée, se résolvait en un mucilage diffluent. Chaque baside est formée de trois ou plus souvent de quatre cellules globuleuses finalement presque libres de toute adhérence et qui se terminent chacune en un spicule flexueux, long de 0^{mm},03-05 ; les spores sont brièvement ovoïdes et deviennent à peu près sphériques en germant.

Dans le *Tremella albida* Huds., que nous avons observé au mois de décembre (1861) sur l'écorce du Sycomore (*Acer Pseudoplatanus*), les éléments des basides restent unis et les spores ont la forme d'un croissant émoussé aux deux bouts.

Après l'examen attentif de tant de Trémelles différentes, nous ne pouvons nous empêcher de soupçonner M. Fuckel de s'être mépris quand il a cru voir dans le *Tremella foliacea* Pers. une forme conidiophore du *Bulgaria inquinans* Fr. (1). Cette appréciation, en effet, donnerait lieu d'affirmer que ce *Tremella foliacea* n'est nullement une Trémelle légitime, s'il était vrai que M. Fuckel eût réellement eu sous les yeux la plante de Persoon ; mais, d'autre part, nous aurions peine à comprendre que l'épithète de *foliacea* eût pu être appliquée au véritable *Bulgaria inquinans* conidiophore, tel que nous l'avons observé jadis et décrit dans ce recueil. (Voy. les *Ann. des sciences nat.*, sér. 3e, t. XX [1853], p. 160-164, pl. xv, fig. 1-7.)

Nous ferons ici mention d'une Trémelle singulière qui croît en parasite sur le *Sphæria strumella* Fr., auquel sans nul doute elle a valu cette qualification bizarre ; mais personne que nous sachions, ne s'est autrement avisé jusqu'ici de sa présence habituelle sur les pulvinules vieillis de cette Sphérie. Ce n'est pas cependant qu'il n'ait été déjà question de Trémelles parasites, mais plusieurs de celles qui sont estimées telles, semblent de nature douteuse (2). Rien de semblable au contraire touchant notre *Tremella neglecta* dont l'organisation imite absolument celle des *Tremella frondosa* et *albida ;* pourtant il nous faut avouer que nous n'avons pas encore réussi à voir ses basides globuleuses ou quadripartites s'allonger en spicules et produire des spores. Cette lacune sera certainement comblée quelque jour et ne nous doit point empêcher de décrire ici brièvement le nouveau Champignon.

(1) Voy. Fuckel, *Symb. mycol.*, p. 286.
(2) Voy. Fries, *Syst. mycol.*, t. alt., p. 219.

TREMELLA NEGLECTA Tul.

Tremella neglecta Tul., in *Actis Soc. Linn. Lond.*, t. XIII, p. 34.

Tremella est pulvinulis natura de more gelatinosis, globosis, perexiguis, sordide albidis, strato mucoso crasso superne vestitis; basidiis (supra dicto strato retectis) breviter pedicellatis, globosis aut nonnihil piriformibus, primum integris et obtusissimis, postea autem ad basim usque quadripartitis, divisuris tandem plus minus divaricatis, quadantenus sursum acutatis et verisimiliter in sterigma sporophorum singulatim productis.

Parasitatur hiemali tempore in cespitibus obsoletis *Sphæriæ strumellæ* Fr. ribicolæ cujus rostris porrectis vulgo asperatur, quum autem amplius crevit eadem rostra immersa aut plus minus latitantia arcte fovet.

Sexcenties vidimus in ramis et sarmentis emortuis *Ribis rubri* sylvestris, circa Cadvillam Versaliorum, locis sylvarum opacis udisque.

Fungus nisi adoleverit et jove pluvio favente intumuerit, ægre dignoscitur, sæpissime vero latens adest; semper nutricem suam quasi strumosam efficere videtur. Hujusce conceptacula solita, non obstante *Tremella* insita, rite informantur, paucas autem sporas, ni fallimur, pleraque, maturare valent.

V.— Des basides fort analogues à celles des Trémelles ont été observées par M. Frédéric Currey dans un *Hydnum* particulier, de nature gélatineuse comme elles, et qualifié pour ce motif d'*Hydnum gelatinosum* par Scopoli (1) (voy. le *Journal of the Proceed. of the Linn. Soc., Bot.*, t. V (1860), p. 181-182). Cette ressemblance, si remarquable qu'elle soit, ne saurait faire mettre en doute l'étroite parenté de ce Champignon avec les *Hydnum* les plus légitimes; cependant elle a déterminé M. Currey et ses amis, MM. Berkeley et Broome, à faire de ce singulier *Hydnum*

(1) Cfr Fr., *Syst. mycol.*, t. I, p. 407.

gélatineux le type d'un genre spécial, sous le nom de *Hydnoglœa*, et M. Currey doit, paraît-il, faire connaître bientôt une autre espèce du même type. (Voy. les *Ann. and Mag. of nat. Hist.* pour le mois de décembre 1870, sous le n° 1297.)

VI. — Il nous a semblé devoir prendre le même parti vis-à-vis de deux Champignons rapportés jusqu'à présent au groupe des Théléphores, et qui se trouvent posséder entièrement la structure hyméniale des Trémelles.

Nous voulons parler d'abord du *Corticium incrustans* Pers. (*Obs. myc.*, part. I, p. 39, n° 82), que les auteurs modernes ont rangé parmi les *Thelephora*, sous les noms de *Theleph. incrustans* (Fr. *Syst. myc.*, t. I, p. 448; *Elench.*, part. I, p. 214), et *Th. sebacea* (Fr. *Elench.*, l. c.; Berk., *Outl. of Brit. Fung.*, p. 440, pl. XVII, fig. 6). C'est un Champignon assez fréquent autour de Versailles, dès la fin de l'été, dans les bois humides et obscurs; il rampe sur la terre et y adhère; il s'applique aussi sur tous les corps, inertes ou vivants, qu'il rencontre; on le voit recouvrir de ses expansions la base des arbres ou des arbustes, et même s'élever çà et là, sans support intérieur, en manière de colonnettes ou de clavicules informes, libres ou soudées, épaisses, obtuses et glabres ou terminées par des houppes hérissées, ce qui lui a valu les noms de *Clavaria laciniata* Pers. (*in herb.* Thuill.), et de *Thelephora clavarioides* Thuill. (*in suopte herb.*). L'*hymenium* fertile de ce singulier végétal se voit surtout là où il prend une teinte jaune ou jaunâtre plus foncée, et où sa surface est le plus lisse; ailleurs on ne trouve habituellement que le lacis filamenteux dont sa trame se compose. Les éléments de ce tissu sont des filaments rameux uniformes très-fins et rarement cloisonnés; l'*hymenium* est formé des cellules terminales qui naissent des dernières branches de ces filaments. Ces basides sont ovoïdes-globuleuses comme celles des Trémelles; elles mesurent environ $0^{mm},013$ en un sens, et $0^{mm},01$, dans l'autre, et chacune se partage longitudinalement en deux ou trois segments qui s'allongent en autant de stérigmates filiformes. Ceux-ci divergent peu et leur longueur atteint $0^{mm},015$ à $0^{mm},03$. Les spores qui

sont légèrement réniformes et simples, diffèrent à peine pour la forme et les dimensions de celles du *Tremella mesenterica* Retz., et ne dépassent guère 1 centième de millimètre dans leur longueur; beaucoup en germant produisent des spores secondaires, à la manière des spores du *Tremella violacea* Relh. (voy. les *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XIX, pl. XII, fig. 12). Si M. Bonorden avait réellement étudié notre Champignon, il se serait tout à fait mépris en lui accordant des basides tétraspores entièrement semblables à celles des Basidiomycètes ordinaires, tels que les Agarics, les Clavaires, etc.; mais nous avons lieu de penser qu'il n'a pas eu sous les yeux le véritable *Thelephora sebacea* Fr. dont nous parlons ici (voy. son *Handb. der Myk.*, p. 336, pl. XII, fig. 253).

Un autre *Corticium*, du même auteur que le précédent, le *C. cæsium* Pers. (*Obs. mycol.*, part. I, p. 15, pl. III, fig. 6) ou *Thelephora* (*Phyllacteria*) *cæsia* Fr. (*Syst. myc.*, t. I, p. 449, n. 2), offre une structure très-analogue; il s'étale sur le sable humide, nu ou moussu, des forêts, mais il est beaucoup plus mince et plus fragile et sa couleur obscure est d'un bleu cendré. Nous ne l'avons point vu non plus envahir, à la manière du *Thelephora incrustans*, les souches des herbes ou des arbrisseaux, ni surtout produire de sa surface des clavules d'aucune sorte. Son aspect est tout à fait celui d'une Théléphore appliquée ou résupinée. Cependant son *hymenium* est aussi formé de basides globuleuses qui se partagent longitudinalement en deux, trois ou quatre parties égales, pour produire ensuite autant de stérigmates linéaires quatre ou cinq fois plus longs qu'elles-mêmes. Ses spores ressemblent absolument à celles du *Corticium incrustans* Pers.

Les deux *Corticium* dont nous venons de parler offrent donc une structure commune qui les distingue des *Thelephora* légitimes; nous proposons pour eux le nom générique de *Sebacina*.

Voici de nouvelles diagnoses de ces Champignons :

1. Sebacina incrustans Tul.

(Pl. X, fig. 6-10.)

Sebacina incrustans Tul., in *Diarii Londin.* tomo sup. cit., p. 36.

Corticium incrustans Pers., *Observ. mycol.*, parte I, p. 39, n. 82.

Thelephora incrustans Pers., *Syn. Fung.*, p. 577. — Fr., *Syst. myc.*, t. I, p. 448, n. 27.

Thelephora ? incrustans Fr., *S. Veg. Sc.*, p. 331.

Thelephora sebacea Pers., *Champ. Comest.*, p. 71 ; *Myc. europ.*, t. I, p. 135. — Fr., *Elench. Fung.*, part. I, p. 214; *Epicr. syst. myc.*, p. 542, n. 38. — Letell., *Suppl. à Bull.*, tab. 607. — Berk., *Outl. of Brit. Fung.*, p. 440, tab. XVII, fig. 6. — Laschio in Klotzschii *Herb. viv. mycol.*, cent. XIX (1854), n. 1811. — Fuck., *Symb. mycol.*, p. 29.

Thelephora clavarioides Thuill. msc. in suopte Herb. nunc e thesauris Musæi Bot. parisini.

Clavaria laciniata Pers. msc. in herb. Thuilleriano; minime autem *Thelephora laciniata* Pers., neque etiam *Clavaria cristata* aliorum.

Fungus recens natus *Atheliam* vel *Himantiam* niveam fingit, tenuis est ambituque fimbriatus s. laciniatus, pedetentim autem incrassatur, longius circum circa protenditur et in medio sordide luteolus fit. Simul etiam in conulos vel clavulas irregulares, obtusas et integras alias, laciniatas s. cristatas alteras, sparsim emergit; nunc solo tenus undique applicitus obrepit, nunc sæpiusque quisquilia herbas lapillosque simul investit. Basidia fertilia in partibus saturatius fucatis tantummodo generantur ; hyphis exilibus de more terminalia ovatoque globosa insistunt, 0mm,013 hinc, 0mm,01 illinc æquant, adultaque ætate sterigmata quatuor, rarius duo tantum filiformia, crassa, 0mm,025-035 longa, et initio subfasciculata ex apice agunt, simul præterea in partes totidem coadunatas ipsa longitrorsum vulgo

dividuntur. Sporæ ovato-oblongæ et nonnihil reniformes plasma granosum et lacunam v. guttam ocelliformem mediam fovent, quæ ubi deciderint, in germen crassum, loco temporeque faventibus, protrahuntur, unde etiam, si brevius constiterit, spora nova, secundaria, nascitur.

Haud infrequens provenit, jove pluvio, in humidis et opacis sylvarum, secus ambulacra quidem et fossas, sera æstate autumnoque, et in agro Cadvillensi Versaliorum jampridem quotannis nobis occurrit.

Hyphæ quibus tela fungina constat, ubique similique modo tenuissimæ sunt, ramosæ et parcissime septiferæ; earumdem brachia in strato fertili peculiariter crebra et contorto-intricata reperiuntur; ubi brachium quodcunque ibidem in basidium desinit, plerumque surculum seu brachium alterum sub basidio ipso agere satagit.

Cl. Fuckelius, loco sup. cit., candide fatetur se sporas *Thelephoræ sebaceæ* nondum vidisse; Fungus enim sæpissime totus sterilis aut parcissime sporophorus invenitur.

2. Sebacina cæsia Tul.

Sebacina cæsia Tul., *loc. cit.*, p. 37.

Corticium cæsium Pers., *Obs. mycol.*, parte I, p. 15, tab. III, fig. 6 (saltem ut videtur).

Thelephora cæsia Pers., *Syn. F.*, p. 579; *Myc. europ.*, t. I, p. 115 (sub *Th. fusco-cinerea*, β *murina*).

Thelephora (*Phyllacteria*) *cæsia* Fr., *Syst. myc.*, t. I, p. 449.

Fere tota byssina est et coloris cinereo-cæsii, arenæ inter muscos repens hæret et passim etiam in pulvinulos obtusos ac deformes incrassatos prominet; cæterum de basidiorum quæ 2-partita v. 4-partita item deprehenduntur, forma et crassitudine *Sebacinam incrustantem* prorsus imitatur; sporæ paulo minores et contractiores pleræque videntur.

Nascitur in sylvis arenosis et umbrosis, octobrique (anno 1861), Fontebellaqueo (loco dicto *Butte à Gay*) nobis primum obvia est.

Utrum Fungillus noster admodum idem ipse sit atque Persoonianus citatus, necne, ægre decernendum est, ejusdem vero naturæ videtur. Habitu saltem et structurâ fertili congener præcedenti omnino est.

Merisma fastidiosum Pers. ad *Sebacinas* jure spectare, libenter ob solitum et fastidibilem habitum suspicamur; quod quidem vivum olim non semel Cadvillæ et Modoni agri Versaliensis vagantes reperimus, minime autem attentis oculis et vitrorum ope scrutatos fuisse recordamur. Quasi grandis *Sebacinæ incrustantis* forma, nisi nos fallit memoria, omnino videtur.

Lorsque nous publiions ces *Notes* l'hiver dernier, il nous semblait difficile de conserver les *Sebacina* auprès des vraies Théléphores; aujourd'hui, malgré les dissemblances de ces deux types génériques, fondées pourtant sur des caractères du premier ordre, nous n'oserions mettre entre eux une grande distance. Notre hésitation, qui eût pu naître de la considération de l'*Hydnum gelatinosum* Scop., mentionné plus haut, croit pouvoir s'autoriser maintenant des particularités de structure offertes par l'*hymenium* du *Corticium incarnatum* Fr. (*pinicola*), où sur des basides globuleuses comme celles des Trémelles, mais entières, naissent des stérigmates ovoïdes et épais qui simulent de grosses spores avant de s'allonger pour devenir fertiles. Ce *Corticium incarnatum* semble donc à certains égards intermédiaire entre les *Sebacina* et les *Corticium* ou *Thelephora* ordinaires. (Voyez notre pl. X, fig. 3-5.)

VII.—Quand on arrête son attention sur l'appareil fertile ou l'*hymenium* des Auriculaires, on ne peut méconnaître la ressemblance des basides linéaires et cloisonnées qui le composent avec le *promycelium* sporidifère des Puccinies et des *Podisoma*. Ces basides rappellent encore les filaments fertiles de notre *Hypochnus purpureus* [in *Annales des sc. nat.*, 5[e] sér., t. IV

[1865], p. 295 (1)], mais ceux-ci sont courbés en crosse au lieu d'être rectilignes et dressés. Si l'on a égard à la nature byssoïde et à la forme indécise ou effuse de cet *Hypochnus*, caractères par lesquels il se rapproche des *Thelephora incrustans* et *Th. cæsia* dont nous avons parlé plus haut, peut-être semblera-t-il vis-à-vis des Auriculaires ce que sont les Théléphores par rapport aux vraies *Tremella*.

Comme une analogie conduit souvent à une autre, on nous pardonnera de faire remarquer que les crosses fertiles de l'*Hypochnus purpureus* imiteraient celles du *Ptychogaster albus* Cord. et des *Pilacre* Fr., si leurs spores n'étaient pas si longuement stipitées; et pour mettre le lecteur en état de faire lui-même ce rapprochement, nous ajoutons à ce mémoire les dessins analytiques que nous avons faits il y a quelques années tant de l'*Hypochnus purpureus* que des deux genres de Gastéromycètes que nous venons de nommer (2). Le texte que ces dessins devaient accompagner a d'ailleurs été publié dans ce recueil (5e sér., t. IV [1865], p. 290-296).

VIII.— La structure hyméniale des Trémelles et de leurs alliés se complique en outre de la présence habituelle d'un appareil spermatophore dont les éléments sont tantôt mêlés à ceux de l'*hymenium* sporophore, tantôt au contraire groupés séparément sur des points déterminés de la surface du Champignon ; cette double disposition peut se rencontrer dans le même individu, comme nous l'a surtout montré le *Tremella mesenterica* Retz.

(1) *Hypochnus* scilicet filamentis exilibus (0^{mm},005-007 crassis), prælongis, multiramosis, articulatis, in telam tenuem, orbicularem, late longeque effusam s. porrectam, adpressam et e purpureo tandem cinerascentem, dense implexis, apices obtusos circinantibus et ex unco istius modi sterigmata 2-3 erecta, valida, monospora, singulis extrorsum enitentibus; sporis autem ovatis, nonnihil arcuatis, utrinque obtusis, continuis, 0^{mm},01-013 longis, 0^{mm},0065 crassis. Oritur verno tempore in corticibus vivis arborum (v. gr. *Ulmorum*, *Fraxinorum*), solo tenus, locis udis et umbrosis sylvarum, Cadvillæ nostræ minime frequens. (Cfr. tab. nostram X, fig. 1 et 2.)

Colore et habitu mirum in modum imitatur *Thelephoram Mougeotianam* Fr. abieticolam.

(2) Voyez les planches X (fig. 1 et 2) et XI ci-jointes.

Les spermaties de cette espèce sont de petits corps sphériques très-abondants; celles de l'*Exidia spiculosa* Sommerf. et du *Dacryomyces deliquescens* Dub. sont plutôt ovoïdes, et leur présence est souvent difficile à constater.

Depuis nos premières recherches nous avons rencontré un magnifique appareil spermatophore dans une Trémelle rose qui croît sur le tronc mort des Cerisiers. Là, les surfaces productrices de spermaties sont orbiculaires, concaves et bordées, de façon à imiter le disque d'autant de Pezizes groupées qui reposeraient sur les lobes inférieurs de la plante. Les spermaties elles-mêmes sont cylindriques, courbées en arc, et, réunies trois ou quatre ensemble, elles forment de petits capitules au sommet légèrement claviforme des filaments fertiles. Le Champignon dont il s'agit est d'ailleurs assez intéressant à tous égards pour mériter ici une description.

TREMELLA CERASI Schum.

(Pl. XI.)

Tremella Cerasi (Schum.) Tul., *loc. cit.*, p. 39.

Tremella mollis, levis, dilute rosea, pulvinulis diffusis, valde repandis et corrugatis, pollices 1-2 crassis, sæpeque in imo ambitu sparsim vel congestim mirum in modum foveolatis; foveolis autem s. urceolis orbicularibus vel oblongis et inæqualibus, velo fugaci limboque s. margine incrassato ac saturatius fucato donatis, in disco contra abunde spermatiophoro dilutius purpurascentibus; basidiis in omni fungi pariete, præter foveolas spermatiophoras, confertim solitoque ordine instructis, globosis aut nonnihil ovatis, $0^{mm},01$-013 crassis, sterigmata filiformia quatuor de more ex apice enitentibus; sporis oblongis, curvulis, $0^{mm},01$-02 longis et $0^{mm},005$-01 crassis; spermatiis cylindricis, lunulatis, utrinque obtusis, $0^{mm},006$-01 longitudine æquantibus nec $0^{mm},002$ crassioribus, supra summas hyphas vix incrassatas congestim insistentibus, nec nisi in urceolis supra dictis generatis.

Nascitur in cortice putrescenti *Cerasi vulgaris*, autumno, nobisque jampridem occurrit in agro lugdunensi prope pagum dictum *Pomey*, haud procul a castello *S. Symphorien-sur-Coise*, octobri ineunte (a. D. 1855).

Fungus ex corticeæ matricis fissuris erumpit et liber expanditur; modo dicti urceoli omni attentione digni, discos fertiles *Urceolariæ scruposæ* habitu quodammodo mentiuntur; nunc Fungi parieti plano sessiles imponuntur, nunc contra prominent; quocumque autem modo se habeant margine incrassato definiuntur initioque velo purpurascenti tenui et continuo obducuntur; id veli postea medio dirumpitur ejusque residua in margine propterea quasi limbato aliquantulum persistunt. Hyphæ spermatiophoræ tenues et quasi dichotome ramosæ in corymbos densos abire videntur quorum extrema brachia brevissima et vix ac ne vix capitata denso spermatiorum fasciculo singula coronantur. Spermatia mire exigua sæpius quaternatim coadunantur; nonnulla tamen, ni fallimur, sparsim solitaria deprehenduntur quæ sic dictarum *Tubercularıarum* conidia de origine æmulantur. Spermatia cæterum omnia sporis longe minora et multo magis incurvata, quum origine, tum forma et exiguitate ab iisdem sine negotio discriminantur. Germina quælibet ex his spermatiis exire nunquam vidimus.

Sporæ e basidiis rite enatæ omnino genuinæ s. tremellinæ sunt, itemque quum germinaverint sporas secundarias aliquando enituntur.

IX. — Puisque nous récapitulons ici sommairement tous les genres d'organes qui servent à la reproduction des *Fungi Tremellini*, nous ne pouvons omettre de rappeler que l'un d'entre ces Champignons, le *Dacryomyces deliquescens* Dub., se résout parfois tout entier en une infinité de gemmes ou conidies, et que les individus dont tel est le sort affectent un aspect particulier qui les trahit sur le champ aux yeux de l'observateur attentif; ce qui d'ailleurs ne permet pas de penser que ces individus spéciaux constituent une espèce différente du type normal, c'est qu'ils conservent souvent pour une partie la structure

régulière de ce type. (Voy. les *Ann. des sc. nat.*, 3ᵉ sér., t. XIX, p. 216-219, pl. 13.)

Si nous ne nous trompons, il y a lieu de tenir pour fort analogue au *Dacryomyces deliquescens* conidiophore, une production trémelloïde qui croît sur l'écorce des rameaux morts du *Salix caprea*. Elle se présente aussi sous la forme de petits pulvinules globuleux ou irréguliers, à peine du volume d'une graine de Gesse, et d'une couleur rouge carminée ; la substance de ces petites masses pulpeuses est toute formée de cellules ovoïdes, lisses et transparentes, associées bout à bout en filaments moniliformes et ramifiés de façon à imiter les chapelets des *Hormiscium* ou ferments. Ces cellules ou conidies se dissocient avec une extrême facilité, et imitent assez exactement, non-seulement par leur forme et leur volume, mais encore par leur disposition, les conidies de l'*Agaricus racemosus* Pers.

Nous n'avons rencontré ce *Dacryomyces* qu'une seule fois, dans les bois humides de Chaville, près de Versailles, au mois de janvier. En voici une courte diagnose en style technique :

Dacryomyces purpureus Tul.

Dacryomyces purpureus Tul., *loc. cit.*, p. 40, pulvinulis exiguis, erumpentibus, paucis gregariis, imo solitariis, primum compressis et acutis s. cristatis, postea autem deformibus et jove pluvio collabentibus, natura pulposis totisque fere e conidiis s. cellulis ovatis, levibus, simplicibus et primum catenatis, catenis autem abunde ramosis.

Nascitur, hiberno tempore, ex emortuo fissoque cortice *Salicis capreæ*, ac nobis semel hactenus occurrit in umbrosis sylvarum, Cadvillæ ad Versalias, anno S. 1865, mense januario inuente.

Nuperiori tempore eumdem Fungillum, ni fallimur, obvium habuisse æstimamus nec quidem infrequentem, in asseribus pineis jamdiu sub dio degentibus, apud Venetos Armoricæ australis, decembri mense (1870).

X.— A tous les caractères que nous venons d'énumérer les Trémellinées joignent la double faculté qu'ont leurs spores de produire en germant, soit de simples filaments, soit des spores secondaires ou sporidies. Celles-ci, en outre, sont ou solitaires et comme l'image à peine amoindrie des spores-mères, ou beaucoup plus exiguës, d'une forme spéciale et très-nombreuses, ainsi que celles observées depuis chez divers Ascomycètes, tels que les *Peziza*, *Bulgaria*, *Dothidea*, etc. (Voy. notre *Sel. Fung. Carpol.*, tomes II et III.)

XI.—Les Trémellinées étant donc, d'après tout ce qui précède, si abondamment pourvues de corps reproducteurs de diverses natures, qu'elles l'emportent à cet égard sur toutes les autres familles de Basidiomycètes, on a peine à comprendre qu'elles aient été rangées par M. Fuckel parmi les *Fungi imperfecti*, c'est-à-dire parmi les Champignons dont le cycle reproducteur est incomplet ou autrement dont la forme fertile la plus parfaite est encore inconnue. M. Fuckel croit justifier ce sentiment en disant que la dépendance génésique incontestable de quelques Trémellinées vis-à-vis des Ascomycètes rend justement suspecte l'autonomie de toutes les autres (1). Ce raisonnement serait spécieux s'il s'agissait ici de Trémellinées vraies; mais de ce que, par exemple, le *Coryne sarcoides* affecte sous l'une de ses formes l'apparence d'une Trémelle, et que dans cet état imparfait il a été pris pour une Trémelle sincère, il ne suit pas nécessairement que toutes les Trémellinées doivent être assimilées à cette production si longtemps ambiguë. Si l'on compare l'organisation du *Coryne sarcoides* gemmipare ou spermatifère à celle du *Tremella mesenterica* et de ses congénères, on ne pourra sans doute ne pas reconnaître diverses ressemblances, mais on se refusera justement à admettre une analogie véritable jusqu'à ce que l'une ou l'autre au moins des deux circonstances que nous allons supposer ait été sûrement observée, à savoir, l'existence, chez le *Coryne* dont il s'agit, d'un appareil

(1) Voy. Fuckel, *Symb. mycol.*, p. 4, 5, 10, 402, 403, et *passim*.

de basides bispores ou tétraspores analogue à celui des Trémellinées, ou la présence, soit dans le *Tremella mesenterica*, soit dans quelque autre Trémelle vraie, de disques ascophores, comme sont les cupules des Pezizes, et notamment celles du *Peziza* (*Coryne*) *sarcoides*. Tant que rien de semblable n'aura point été vu, il vaut mieux tenir les Trémellinées pour des Champignons aussi complets et aussi bien connus, pour le moins, que les Agaricinées ou tout autre groupe de Basidiomycètes.

XII. — Avant de finir peut-être convient-il de mentionner un Champignon tout à fait trémellin par sa consistance, mais que sa forme branchue et sa fructification paraissent tenir éloigné des vraies Trémelles. Nous voulons parler du *Ceratium hydnoides* Alb. et Schw. (1), production presque éphémère que tous les mycologues connaissent bien, sans avoir jamais pu lui découvrir une parenté incontestable. Ses rameaux simples ou dichotomes et qui se détruisent au moindre attouchement, sont tout hérissés de petits spicules monospores : c'est une organisation qui rappelle assez celle des *Rhopalomyces* de M. Berkeley ; or, ceux-ci ne sont bien vraisemblablement que des appareils secondaires de fructification pour des Champignons d'un rang plus élevé ; faudra-t-il supposer que telle est aussi la condition du *Ceratium?* Cependant nous n'avons encore rien à produire qui soit sérieusement un commencement de preuve de cette hypothèse. Les spores ovoïdes du *Ceratium* grossissent beaucoup et deviennent presque sphériques en germant; les germes eux-mêmes sont épais, très-obtus et se ramifient promptement.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE IX.

Fig. 1. Groupe de *Guepinia Peziza* Tul., né sur un jeune tronc de Chêne mort et dépouillé de son écorce ; d'après des échantillons observés dans la forêt de Meudon (près la fontaine des Lins), en mars 1860.

(1) *Tremella hydnoides* Jacq., *Misc. Austr.*, t. I, p. 145 (Fung. subalp. XI et ultim.), tab. XVII.

Fig. 2 et 3. Quelques-uns de ces Champignons coupés verticalement. Ces figures et la précédente sont grossies 20 fois environ.

Fig. 4. Fragment très-mince emprunté au bord de la coupe du Champignon, et montrant à la fois la structure de l'*hymenium* *h* et de la face extérieure ou inférieure *e* de la plante. Ce fragment est vu sous un grossissement de 380 diamètres.

***

Fig. 5. Notre *Dacryomitra pusilla*, ci-dessus décrit (p. 217), représenté de grandeur naturelle à la surface du tronc nu et coupé où il végétait.

Fig. 6. Le même, grandi.

Fig. 7. Éléments de l'*hymenium* et spores, vus isolés, sous une amplification de 380 diamètres.

PLANCHE X.

Fig. 1. Filaments rameux et fertiles de l'*Hypochnus purpureus* Tul., vus sous un grossissement de 380 diamètres; quelques spores sont détachées de leurs spicules ou stérigmates.

Fig. 2. Autres spores du même Champignon qui ont commencé de germer.

***

Fig. 3. Groupe de basides du *Corticium incarnatum* Fr. (*pinicola*). Au centre sont des basides jeunes et nues; celles des bords portent des stérigmates encore imparfaits.

Fig. 4. Trois autres basides où les spicules sont à des états divers de développement; sur l'une d'elles, ces spicules se sont complétement allongés et portent des spores qui seront bientôt mûres.

Fig. 5. Spores isolées et germées; le germe donne naissance à une spore secondaire terminale où le plasma se condense, tandis que la spore elle-même est entièrement vidée.

***

Fig. 6. Quelques filaments basidiophores empruntés à l'*hymenium* du *Sebacina incrustans* Tul. Les basides, globuleuses et remplies de matières plastiques, sont encore indivises.

Fig. 7-10. Basides et spores du même Champignon, vues isolées. Les basides sont entières comme les précédentes, ou plus ou moins distinctement partagées en deux ou quatre parties et allongées en autant de stérigmates linéaires; quelques-unes, bien que spiculifères, semblent être restées indivises. L'une des spores germées a donné naissance à une spore secondaire.

***

Fig. 11. *Guepinia helvelloides* Fr., dessiné de grandeur naturelle à la Grande-Chartreuse, près de Grenoble, le 25 septembre 1857.

Fig. 12. Fragment de l'*hymenium*, vu au microscope composé, sous un grossissement de 380 diamètres.

Fig. 13. Spores isolées et germées, grandies comme la précédente figure.

PLANCHE XI.

Fig. 1. *Tremella Cerasi* Schum. (Tul.), figuré de grandeur naturelle.

Fig. 2. Fragment du même, grandi, montrant à sa partie inférieure les cupules spermatophores.

Fig. 3. Fragment mince et très-grossi de l'une de ces cupules à microspores; il a été obtenu par une coupe perpendiculaire à la surface du disque fertile.

Fig. 4. Filaments fertiles de l'*hymenium* sporophore, vus sous le même grossissement que la précédente figure.

Fig. 5. Spores isolées, grandies 380 fois en diamètre.

PLANCHE XII.

Fig. 1 et 2. *Ptychogaster albus* Cord., représenté à peu près de grandeur naturelle, d'après des échantillons recueillis dans les environs de Berne, et que M. G. Otth nous a obligeamment communiqués en 1865.

Fig. 3. Autre échantillon plus jeune et coupé verticalement.

Fig. 4. Filaments fertiles et spores isolées, vus sous un grossissement de 480 diamètres. Les filaments présentent ce genre d'articulation que les mycologues allemands ont qualifié de *schnallenförmig*, et qu'on observe aussi très-bien dans notre *Hypochnus centrifugus*, diverses Théléphores, le mucus de la volve du *Phallus impudicus*, etc. (Cfr. de Bary, *Morph. und Physiol. der Pilze*, p. 15, fig. 6.)

***

Fig. 5. *Pilacre Petersii* Berk. et Br., figuré environ quatre fois plus grand que nature, d'après des échantillons recueillis en Angleterre (Hainaut Forest) et reçus de M. Broome en mars 1865.

Fig. 6. Filaments fertiles dont se compose la *gleba* ou le tissu feutré qui remplit tout le capitule du Champignon; leur mode d'articulation rappelle le *Ptychogaster albus*. Cette figure est vue sous un grossissement de 380 diamètres.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES

SUR LE COTYLÉDON DES GRAMINÉES,

Par M. Ph. VAN TIEGHEM.

En cherchant à déterminer comment s'opère, dans les Monocotylédones, le passage anatomique de la racine principale à la tige, sujet qui sera développé dans un autre travail, j'ai été amené à étudier chez les Graminées le mode d'insertion de la première feuille de la plante, et ce sont les résultats de cet examen que je publie aujourd'hui (1). Mais avant d'entrer dans le détail des observations anatomiques et d'exposer la solution qu'elles donnent au problème, il me paraît nécessaire de jeter un coup d'œil sur les opinions que l'étude de la forme et de la situation extérieure des parties de l'embryon a suggérées aux nombreux auteurs qui se sont occupés de cette question (2).

I

Historique.

Malpighi a, le premier, analysé l'embryon du Blé et de l'Avoine, et la vraie signification de quelques-unes de ses parties ne lui a pas échappé. Pour lui, l'écusson est la feuille séminale unique ;

(1) Ce travail est terminé depuis trois ans. Sa place dans le plan général de mes recherches anatomiques était marquée dès le 18 janvier 1869 (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151), et le résultat principal en était indiqué, en passant, le 26 avril suivant (*ibid.*). J'ai pu, depuis cette époque, en vérifier à plusieurs reprises les points essentiels.

(2) En attendant que nous en ayons fixé la nature morphologique, nous donnerons, avec tous les auteurs depuis Gærtner, à cette partie de l'embryon qui est appliquée

mais il découvre de l'autre côté de la tige, à l'endroit où se trouve l'autre feuille séminale chez les plantes qui en ont deux, le rudiment d'une seconde feuille entourant ce côté de l'axe comme d'un étui. « *In* Tritico *et* Avenaceis *videtur plantula unico, hocque obscuro, folio prædita ....; loco autem deficientis folii Natura fortasse radici involucrum addidit* (1). »

Gærtner, trop préoccupé peut-être de la comparaison de la graine avec l'œuf des animaux qu'il eut le mérite d'établir le premier, et voyant dans le tissu farineux un albumen, admet que l'écusson n'est autre chose qu'un tissu nutritif de nature spéciale, situé entre le corps de l'embryon et l'albumen; il l'assimile, en un mot, au vitellus de l'œuf, et lui en donne le nom. Cependant, une fois cet organe rangé dans la classe des vitellus, il n'échappe pas à Gærtner que ce vitellus des Graminées est d'une espèce toute particulière. Il est en effet relié d'un côté au corps de l'embryon par une entière continuité de tissu, tandis qu'il se trouve, sur l'autre face, complétement indépendant de l'albumen. « *Nexus denique cum albumine nullus, vel saltem non organicus, sed merè superficialis, contrà autem cum embryone arctissimus et semper propè radiculæ initia conspicuus, ut ibi scutelli atque embryonis substantia in unum corpus indiscretum confusa sit* (2). » Ce singulier vitellus des Graminées fait donc partie intégrante de l'embryon, et l'auteur ne tarde pas à l'assimiler au cotylédon des autres plantes, quand il dit, à quelques lignes du passage précédent : « *Singularem hanc vitelli speciem proprio* scutelli cotyledonei *nomine distinguimus* ». Généralisant ensuite cette manière de voir, il rapproche des vitellus tous les cotylédons hypogés, qui ne peuvent cependant ni ne doivent, suivant lui, être séparés des cotylédons que la germination produit à la lumière ; en sorte que la Nature

contre l'albumen et qui a pour rôle physiologique de le liquéfier et de l'absorber, le nom d'*écusson*, nom tiré de la forme de l'organe et qui n'en préjuge pas la valeur. Avec Mirbel, nous appellerons *lobule* la languette opposée à l'écusson, et *piléole* la coiffe de la gemmule.

(1) Malpighi, *Anatome plantarum*, t. 1, p. 77, fig. 324 et 325.

(2) Gærtner, *De fructibus et seminibus plantarum*, 1788, t. I, p. CXLIX.

lui paraît avoir procédé de l'albumen au vitellus, et de celui-ci aux cotylédons souterrains, pour atteindre en définitive les cotylédons les plus parfaits (1).

Ainsi donc, pour Gærtner, certains vitellus, et il en est ainsi chez les Graminées, ne sont autre chose qu'une forme particulière de cotylédons hypogés ; de sorte qu'au fond l'écusson est pour lui le cotylédon de la plante. Il l'appelle, en effet, dans toutes les descriptions particulières, « *scutellum cotyledoneum* ». Mais où son opinion diffère de celle de Malpighi, c'est qu'il ne regarde pas l'écusson comme le cotylédon tout entier. Il figure en effet, dans le Blé (2), la petite languette que Malpighi regardait comme une feuille avortée, et la désigne par les mots : « *lacinula carnosa e scutello oriunda* ». Ce petit appendice est donc une dépendance de l'écusson. De plus, il appelle la gaîne conique qui recouvre la gemmule « *vagina cotyledonea* » ; il la rattache donc encore à l'écusson et au cotylédon. Il semble, en résumé, que dans la pensée de Gærtner, dégagée de la notion confuse et inutile du vitellus, l'écusson, la languette opposée, et la coiffe conique de la gemmule, ne sont que les trois parties d'un tout qui constitue le cotylédon de la plante.

A. L. de Jussieu paraît avoir admis, comme Malpighi, mais sans s'expliquer sur ce sujet, que l'écusson est le cotylédon ; il le désigne simplement sous le nom de *lobus*, qui signifie sans doute lobe cotylédonaire (3).

La question en était là, lorsqu'elle fut agitée, en l'année 1808, devant l'Académie des sciences, dans une discussion demeurée célèbre entre L. Cl. Richard et Mirbel, et que Cuvier a résumée dans ses Rapports annuels sur les progrès des sciences physiques et naturelles (4).

L. Cl. Richard, appelant *blaste* la partie cylindroïde du corps de l'embryon, qu'il suppose dans ses descriptions placée hori-

(1) Gærtner, *ibid.*, t. I, p. CLI.

(2) *Ibid.*, t. II.

(3) A. L. de Jussieu, *Genera plantarum*, p. 22 et 28.

(4) *Œuvres complètes de Buffon*, supplément, 1828, t. III, p. 23 et suiv.

zontalement, l'écusson en bas, désigne conséquemment cet écusson sous le nom d'*hypoblaste*. Cet hypoblaste n'est pas autre chose pour lui qu'un renflement latéral de la radicule. « N'est-il pas raisonnable, dit-il, de regarder l'hypoblaste des embryons macropodes comme un renflement ou une expansion particulière de la radicule? (1). » Et plus loin : « Puisque tous les effets évolutifs de la germination se manifestent au-dessus de l'hypoblaste, sans que son volume et sa forme en paraissent changés, il est évident qu'on ne peut le rapporter qu'au gros corps radiculaire auquel j'ai donné le même nom dans les embryons macropodes. Il est donc convenable de le regarder aussi comme la radicule, ou, du moins, comme une expansion extraordinaire de l'extrémité de celle-ci ; dès lors il constitue la base ou la partie la plus inférieure de l'embryon des Graminées. Cette dernière position, que sa comparaison avec les autres hypoblastes lui assigne avec certitude, repousse suffisamment le nom de *cotylédon* qu'on lui a donné (2). » Richard se fait d'ailleurs une idée très-inexacte de l'opinion de Gærtner. « Gærtner, dit-il, a eu raison de regarder l'hypoblaste comme un organe particulier, en le désignant sous le nom impropre de vitellus ; mais il s'est trompé lorsqu'il l'a pris pour un corps distinct de l'embryon. Jussieu et ses sectateurs me paraissent s'être plus écartés de la vérité en faisant de ce corps le cotylédon des Graminées. » (P. 475.) Gærtner, nous venons de le voir, savait fort bien que l'écusson est en continuité de tissu avec le corps de l'embryon, et s'il lui accordait une certaine indépendance par rapport à l'embryon, c'est une opinion qu'il étendait au même titre à tous les autres cotylédons.

Le petit appendice vu par Malpighi et Gærtner à l'opposite de l'écusson du Blé et de l'Avoine, a été étudié avec soin par L. Cl. Richard, et très-bien représenté par lui dans ses belles figures. Il le nomme *épiblaste*, et le décrit dans plusieurs autres genres. « Je dois parler, dit-il, d'une partie externe et accessoire du

(1) L. Cl. Richard, *Analyse botanique des embryons endorhizes* (*Ann. du Mus.*, 1813, t. XVII, p. 455).

(2) *Ibid.*, p. 473.

blaste, à laquelle j'ai donné le nom d'*épiblaste*. J'appelle ainsi toute substance qui, interrompant transversalement la face antérieure du blaste, sépare sa partie ascendante, qu'elle recouvre plus ou moins, de son extrémité inférieure à laquelle elle s'unit. L'épiblaste de l'*Avena* et du *Triticum* consiste en un petit bord libre qui, paraissant n'être qu'un processus de la substance superficielle de la partie inférieure du blaste, s'applique sur la base de la partie supérieure ou ascendante. L'épiblaste du *Pharus* n'est indiqué que par le petit bord qui ceint obliquement le milieu du blaste. Dans l'*Olyra*, c'est un disque soudé avec l'hypoblaste par le centre de la face postérieure et libre par tout son contour. Dans le Riz, l'épiblaste est soudé avec l'hypoblaste en un sac clos. » (P. 467.) Mais l'auteur est loin d'attribuer à cet organe la valeur d'une feuille, comme le voulait Malpighi ; il en fait, avec Gærtner, une simple dépendance de l'écusson. « Si je cherche, dit-il, l'origine de l'épiblaste, je crois l'entrevoir dans un prolongement de l'hypoblaste. La substance du premier paraît être une continuation de celle du second. Cette continuité de substance se manifeste plus complétement (1) dans l'embryon du Riz que dans les autres épiblastes. Mais ce qui rend cette origine de l'épiblaste plus probable, c'est son défaut de développement dans la germination. » (P. 469.)

Arrivant ensuite à la tunique en forme de cône qui enveloppe la gemmule, Richard y voit la première feuille de la plante, son cotylédon. La principale raison qu'il en donne, c'est que dans les autres Monocotylédones la gemmule est enveloppée dans le cotylédon qu'elle perce pour se montrer à jour. « Il est incontestable que le tube du *Scirpus* et du *Canna* appartient au cotylédon ; donc celui des Graminées est aussi formé par le cotylédon. » (P. 474.)

Telle est la valeur attribuée par L. Cl. Richard aux diverses parties de la plantule des Graminées.

Mirbel, au contraire, compare l'écusson des Graminées au cotylédon des Asperges, des Balisiers et de quelques autres

(1) Il y a dans le texte « plus rarement », expression incompréhensible ; c'est sans doute « plus complétement, plus intimement », qu'il faut lire.

Monocotylédones, où ce cotylédon ne prend aussi aucun accroissement pendant la germination, et il conclut de cette comparaison que l'écusson des Graminées est précisément leur cotylédon. Il signale en outre, à l'opposite du cotylédon, l'existence d'un petit appendice qu'il regarde comme une feuille rudimentaire, comme le rudiment d'un second cotylédon, et qu'il appelle *lobule :* c'est l'*involucrum* de Malpighi, la *laeinula carnosa* de Gærtner, l'*épiblaste* de Richard : « L'embryon est quelquefois muni d'un lobule, rudiment de feuille qui se développe du côté opposé au cotylédon sous la forme d'une lame charnue. La petitesse du lobule est cause que peu de botanistes ont remarqué cet organe. Il représente imparfaitement une seconde feuille cotylédonaire. Il se montre dès avant la germination dans le *Lolium*, l'*Ægilops*, le Blé, l'Avoine. (Pl. 59, fig. 1) » (1).

Quant à la signification du cône qui recouvre la gemmule, Mirbel s'exprime ainsi dans son *Examen de la division des végétaux en Endorhizes et Exorhizes*, lu à l'Académie, le 8 octobre 1810 : « Sans doute, on pourrait considérer la gaîne qui recouvre la plumule des Graminées, comme une feuille primordiale. J'avais embrassé cette opinion dans mes premiers mémoires, mais il est plus conforme à la théorie de ne voir, dans la gaîne dont il s'agit, qu'une portion dilatée du cotylédon, semblable à celle qui se développe en cône dans la plupart des Monocotylédones à l'époque de la germination. Ceci rétablit complétement l'analogie entre les graines des Graminées et celles des autres plantes à une feuille séminale (2). » Mais le peu de fondement de cette assimilation purement théorique, et qui est en contradiction avec sa manière d'envisager le lobule, n'a pas tardé à frapper Mirbel, car quelques années plus tard, dans ses *Eléments de physiologie végétale* (1815), il l'abandonnait, implicitement, il est vrai, pour revenir à son premier sentiment. Il y appelle en effet ce cône « piléole ou feuille primordiale », tandis qu'il donne le nom de *coléoptile* à la gaîne ascendante du cotylédon des

(1) Mirbel, *Éléments de physiologie végétale*, t. I, p. 65.

(2) *Ann. du Muséum*, t. XIII, p. 424, en note.

autres Monocotylédones avec laquelle il la confondait autrefois. « La plumule de l'*Hordeum zeocriton* a une feuille primordiale piléolaire (1). »

En résumé, dans l'opinion définitive de Mirbel, qui ne fait en somme que préciser davantage celle de Malpighi, l'écusson, le lobule et la piléole sont trois feuilles distinctes et successives, et la première feuille verte est le quatrième appendice de la tigelle, tandis que, pour Richard, l'écusson et le lobule ne comptant pas, la piléole se trouve être le premier et la première feuille verte le second appendice de la tigelle.

La manière de voir de Mirbel a été appuyée par Poiteau (2), en 1809, dans un travail sur la germination des Graminées. Un peu plus tard (1819), Turpin l'a adoptée dans son mémoire sur l'inflorescence des Graminées ; il y insiste beaucoup sur la languette opposée à l'écusson, et il la considère même, en en exagérant beaucoup l'importance et en forçant l'expression de Mirbel, comme un second cotylédon opposé au premier. « Ces deux cotylédons opposés, qu'on retrouve dans les embryons de plusieurs Graminées, sont presque égaux dans les Bambous, très-inégaux dans le Blé et l'Avoine, presque réduits à un seul dans l'Orge, où l'on remarque pourtant encore, à la place de celui qui disparaît, une petite cicatricule qui en est le dernier rudiment. Ce deuxième cotylédon des Graminées a été qualifié comme tel, pour la première fois, par mon ami M. Poiteau, dans un mémoire qu'il a publié dans les *Annales du Muséum* en 1818 (3) ». Turpin considère d'ailleurs, comme Mirbel, le cône supérieur comme « la première gaîne pétiolaire de la gemmule », c'est-à-dire comme la troisième feuille de la plante.

Les auteurs plus modernes, sans chercher à introduire dans la question un élément nouveau qui permît de décider entre les trois opinions divergentes que l'étude de la forme et de la position des organes avait suggérées à Malpighi, à Gærtner et à Richard, se sont bornés à suivre, avec quelques légères modi-

(1) *Éléments de physiologie végétale*, t. I, explication de la planche 58.

(2) *Ann. du Muséum*, t. XIII.

(3) *Mémoires du Muséum*, 1819, t. V, p. 442.

fications, les uns l'avis de Richard, les autres celui de Malpighi développé par Mirbel. Passons une revue rapide de ces deux séries de botanistes.

Adrien de Jussieu abandonne le sentiment de son père pour revenir, en en changeant un peu les termes, à l'opinion de L. Cl. Richard. A la radicule il substitue seulement la tigelle. Pour lui, « l'écusson n'est qu'une excroissance latérale de la tigelle, analogue à celle qui se rencontre dans quelques Zostéracées, et la coiffe supérieure de la gemmule est le cotylédon « (1). Ainsi modifiée, l'opinion de Richard a rallié, comme nous allons le voir, les suffrages d'un grand nombre de botanistes modernes.

M. Lestiboudois, étudiant l'insertion anatomique des premières feuilles des Graminées, ne fait aucun doute sur la nature cotylédonaire de la gaîne conique, et ne parle même pas de l'écusson et de la languette opposée. Pour lui, la gaîne conique est la première expansion foliaire de la tige, et c'est d'elle qu'il parle en ces termes : « Le Maïs a un cotylédon qui n'a que deux nervures; elles se réunissent vers le sommet du cotylédon en s'infléchissant... Dans le Blé, la gaîne cotylédonaire a aussi deux nervures semblables à celles du Maïs (2). » Il n'est peut-être pas sans intérêt, au point de vue anatomique, de rappeler ici l'assertion générale s'appliquant à toutes les Monocotylédones, à l'appui de laquelle l'auteur cite la structure du prétendu cotylédon du Maïs. « Les fibres cotylédonaires naissent dans l'intervalle des faisceaux caulinaires; elles peuvent donc être considérées comme formées par gémination, ainsi que cela a lieu chez les Dicotylédones. Tous les faisceaux caulinaires concourent à la formation d'une seule expansion foliacée, au lieu de former deux feuilles opposées; c'est là la différence caractéristique que présente l'ordre des Monocotylédones. La conséquence de cette disposition, c'est que le cotylédon de ces plantes naît solitairement, comme les feuilles alternes, qu'il n'a pas de nervure médiane, que son

(1) Adr. de Jussieu, *Éléments de botanique*, 1re édition, p. 497.

(2) Lestiboudois, *Phyllotaxie anatomique* (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, 1848, t. X, p. 141).

sommet répond à un faisceau caulinaire au lieu de répondre à un de leurs intervalles, et qu'à l'opposite est encore un faisceau séparant les deux côtés de la feuille. Sa symétrie est donc tout à fait différente de celle d'un cotylédon d'une plante dicotylédonée ; à voir sa composition, on dirait qu'il est formé de deux cotylédons soudés par leurs bords, deux faisceaux latéraux avoisinant la ligne de jonction, qui devient la ligne médiane, et le sommet répondant à cette ligne (1). » J'ai combattu ailleurs (2) cette manière de voir en tant qu'elle s'applique aux Monocotylédones en général ; on verra par le travail actuel que le cotylédon des Graminées a toujours une nervure médiane.

M. Hofmeister partage le sentiment d'Adr. de Jussieu : « L'excroissance du tissu de la tigelle qui produit l'écusson commence, dit-il, longtemps avant l'apparition de la première feuille, du vrai cotylédon » (3) ; et il le professe encore dans son dernier ouvrage (4).

Tout récemment, M. Julius Sachs exprime le même avis : « La gemmule des Monocotylédones, dit-il, est entourée d'une première feuille en forme de gaîne (cotylédon). Ce cotylédon reste souvent, après la germination, à l'état de gaîne incolore (Graminées, Palmiers). La partie terminale du cotylédon demeure souvent engagée dans la graine comme organe de succion (Palmiers); mais chez les Graminées, c'est au contraire un corps (*scutellum*) qui se développe sur le premier entre-nœud, sous le cotylédon qui demeure dans la graine et qui joue ce rôle (5). »

Enfin, M. A. Gris a émis son avis sur ce point dans des termes qui laissent indécis, si c'est à l'idée ancienne de Richard, ou bien à cette idée, modifiée par Adr. de Jussieu, qu'il se rattache. « D'après ce que nous avons vu lors des premiers développements de la jeune plante, nous avons été conduits à adopter l'opinion

(1) *Loc. cit.*, p. 137.

(2) *Sur la structure des feuilles des Monocotylédones* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, 18 avril 1869).

(3) *Neuere Beobachtungen über Embryobildung.— Pringsheim's Jahrbücher*, 1858, t. I, p. 154.

(4) *Handbuch der physiologischen Botanik*, 1868, t. I, p. 589.

(5) *Lehrbuch der Botanik*, 1868, p. 474.

d'Adrien de Jussieu, c'est-à-dire à considérer le scutelle comme une expansion latérale d'*une partie de l'axe*, modifiée de manière à devenir le principal organe d'absorption du germe (1). »

Dans ses *Éléments de botanique*, M. Duchartre se borne à signaler la divergence des opinions sur ce point, sans se prononcer nettement (2). Cependant, à la caractéristique de la famille, il paraît pencher pour la théorie de Richard, car il s'exprime ainsi : « Embryon complexe appliqué par une grande expansion dorsale contre l'albumen (3). »

Toutefois l'opinion la plus ancienne, celle de Malpighi et de Mirbel, n'est pas sans avoir, elle aussi, tout au moins en ce qui concerne la nature de l'écusson et de la gaîne gemmulaire, rencontré parmi les botanistes modernes de nombreuses et puissantes adhésions. Elle se trouve cependant modifiée en un point important, et rapprochée ainsi de celle de L. Cl. Richard : la languette opposée au cotylédon n'est plus, en effet, considérée comme une feuille autonome, mais elle est, ou passée sous silence, ou regardée comme une simple dépendance de l'écusson, de sorte que la première feuille verte devient la troisième feuille de la plante, au lieu d'en être la quatrième.

M. Schleiden décrit (4) la germination de l'Avoine, et pour lui l'écusson est le cotylédon ; le cône externe de la gemmule est la feuille primordiale, et, par conséquent, la seconde feuille de la plante. Il regarde la languette triangulaire opposée à l'écusson comme une portion de la gaîne cotylédonaire.

De même Schacht (5), étudiant la germination de l'*Agropyrum fastuosum*, appelle l'écusson le cotylédon, et la gaîne conique de la gemmule la première feuille binerviée de la plante. Il figure le petit appendice opposé à l'écusson, mais le tient, comme M. Schleiden, pour une partie du cotylédon.

M. Decaisne, de son côté, regarde l'écusson comme le cotylé-

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1864, t. II, p. 71.
(2) Duchartre, *Éléments de botanique*, 1867, p. 906.
(3) *Ibid.*, p. 903.
(4) Schleiden, *Grundzüge*, 1846, 2e édition, t. II, p. 185.
(5) Schacht, *Lehrbuch*, 1859, t. II, p. 462; et *le Microscope*, 1861, p. 213.

don de la plante, et la coiffe de la gemmule comme sa feuille primordiale enroulée (1). Enfin, MM. Endlicher, Kunth, A. de Saint-Hilaire, etc., ont professé la même manière de voir (2).

Telles sont, en résumé, les diverses opinions qui se partagent l'adhésion des botanistes et qui sont fondées sur les différentes manières d'apprécier les analogies de forme et les rapports de position des organes qui constituent l'embryon des Graminées.

Dans la première, l'écusson est le cotylédon tout entier; le lobule opposé est une seconde feuille indépendante, la piléole une troisième feuille à 180 degrés de la seconde; enfin, la première feuille verte se trouve être le quatrième appendice de la plante (Malpighi, Mirbel, Poiteau, Turpin, etc.).

Dans la seconde, l'écusson est encore le cotylédon, mais le lobule en est une dépendance; la piléole est la seconde feuille de l'embryon ; la première feuille verte en est la troisième (M. Schleiden, Schacht, M. Decaisne, etc.).

Dans la troisième, c'est la piléole qui représente le cotylédon tout entier, l'écusson et le lobule n'étant que des expansions inférieures de la tigelle ou de la radicule; la première feuille verte se trouve être alors le second appendice du végétal (L. Cl. Richard, Adr. de Jussieu, MM. Lestiboudois, Hofmeister, Sachs, etc.).

(1) *Traité général de botanique*, p. 605.

(2) Ajoutons que M. Germain de Saint-Pierre a essayé de concilier l'avis de Richard et celui de Mirbel dans une opinion mixte assez singulière, qu'il exprime ainsi : « Le résultat de mes propres observations est de me faire considérer l'hypoblaste comme représentant à la fois le cotylédon et la radicule primordiale. » (*Guide du botaniste*, 1852, t. II, p. 494). Et plus loin, à l'article HYPOBLASTE : « En présence des opinions divergentes professées simultanément par des observateurs d'un si haut mérite, je me suis livré à des recherches assidues sur l'embryon des Monocotylédones et particulièrement des Graminées, et je suis parvenu à reconnaître que l'hypoblaste est un corps composé d'une partie qui correspond à une feuille ou cotylédon et d'une partie que l'ensemble des faits que j'ai été à même d'observer me porte à considérer comme une tigelle et une radicule. Ce résultat explique comment les partisans de l'une et de l'autre opinion qui divisaient les physiologistes pouvaient de part et d'autre, appuyer leur sentiment sur de bonnes observations, sans pour cela parvenir à porter leur conviction dans l'esprit de leurs adversaires. » (P. 624.) Pour M. Germain de Saint-Pierre, le lobule a aussi la valeur d'une feuille, et son opinion se rattache ainsi à celle de Mirbel, et non à celle de Schleiden.

La quatrième manière de voir, enfin, accorde à la fois au cotylédon les différentes pièces que les trois premières lui donnent séparément : l'écusson est la partie médiane du cotylédon, le lobule en est une dépendance opposée, la piléole en est la gaîne ascendante, et ces trois organes ne composent qu'une seule et même feuille cotylédonaire. La première feuille verte se trouve donc être la seconde feuille de la plante (Gærtner, Mirbel à une certaine époque).

Remarquons tout de suite que l'on peut faire à chacune des trois premières solutions en présence une objection capitale :

1° La languette opposée à l'écusson ne peut être considérée comme une feuille indépendante que si elle reçoit de l'axe un faisceau vasculaire, et il est facile de s'assurer qu'il n'en est pas ainsi ; d'ailleurs ce lobule manque dans un très-grand nombre de cas.

2° L'écusson étant considéré, avec le lobule opposé, quand il existe, comme le cotylédon, c'est-à-dire comme la première feuille de la plante, si l'on admet que la piléole est une seconde feuille indépendante, il faudra, d'après tous les faits connus, qu'il y ait, entre cette première et cette seconde feuille, une certaine divergence. Or, cette gaîne est exactement superposée à l'écusson.

3° Enfin, il ne peut être vrai de dire que l'écusson est une excroissance latérale de la tigelle ou de la radicule, que si, de deux choses l'une : ou bien cette excroissance est purement parenchymateuse, et résulte d'une simple proéminence locale du parenchyme cortical ; ou bien elle est vasculaire, et alors les faisceaux qu'elle reçoit y forment une anse, et après y être montés ils s'infléchissent vers le bas pour revenir dans la tige ou dans la racine, et y reprendre leur course verticale. Or, il est facile de s'assurer que l'écusson possède un système vasculaire, et que ce système, une fois entré dans l'organe, s'y distribue sans faire désormais retour à la tige ou à la racine.

Frappé de ces objections, et convaincu par là qu'aucune des trois opinions qui se partagent l'adhésion des botanistes modernes ne saurait être l'expression complète de la vérité, et que l'accord

ne peut s'établir que sur un terrain nouveau, j'ai résolu de chercher par l'étude du système vasculaire des plantules en voie de germination la solution de ce problème intéressant. Je n'ai pas tardé à voir que la question est plus complexe et plus difficile qu'on ne pouvait le supposer, parce que les Graminées présentent dans la partie inférieure de leur tige trois modes d'organisation bien différents, et qui paraissent, au premier abord, exiger autant de solutions distinctes et incompatibles. Aussi n'est-ce qu'après de longs efforts que j'espère avoir compris comment ces trois modes d'organisation dérivent l'un de l'autre, et comment ils sont susceptibles d'une seule et même solution.

II

Exposé des observations anatomiques.

Je diviserai donc l'exposé de ces recherches anatomiques en trois parties, en considérant successivement les Graminées où la piléole s'insère sur la tigelle immédiatement au-dessus de l'écusson, puis celles où la piléole est séparée de l'écusson par un intervalle de tige plus ou moins long, et parmi lesquelles nous aurons encore deux modifications à distinguer.

1. *La piléole s'insère sur la tigelle immédiatement au-dessus de l'écusson.* — Nous prendrons pour exemples dans cette division, d'abord le *Stipa pennata*, qui ne forme en germant qu'une seule racine dans le prolongement de la tigelle, puis le Blé, le Seigle et l'Orge, qui produisent de chaque côté de cette racine principale plusieurs racines adventives (pl. 13, fig. 1-7).

Stipa pennata. — Suivons, sur une série de sections transversales pratiquées depuis la coléorhize jusque dans le bourgeon terminal, la structure d'une plantule en voie de germination. Le parenchyme brunâtre de la coléorhize se réunit d'abord au parenchyme cortical de la racine, après quoi le système vasculaire de cette racine se transforme et prend les caractères qui conviennent au système vasculaire de la tige. Bientôt après, le parenchyme cortical de la tige, se développant davantage en arrière du côté

de l'écusson, s'aplatit, devient prismatique, et la partie inférieure et descendante de l'écusson, ainsi constituée, commence à se séparer par ses bords du tissu qui entoure le cylindre central. En même temps, sur la face opposée, une languette exclusivement parenchymateuse s'isole complétement du parenchyme cortical et entoure tout le côté antérieur de la tige en venant toucher les bords de l'écusson.

Un peu plus haut et après la séparation complète de ce lobule, un faisceau libéro-vasculaire quitte le cylindre central de la tige au point qui correspond à la ligne médiane de l'écusson. Ce faisceau se dirige horizontalement en dehors et se trifurque au moment où il entre dans le parenchyme cortical. Sa branche médiane continue la direction primitive, et pénètre dans l'écusson qui se détache aussitôt de la tigelle par la confluence des lignes de séparation de ses deux bords ; elle s'y élève et parcourt l'organe dans toute sa longueur sans s'y diviser. Les branches latérales divergent horizontalement à droite et à gauche, contournent le cylindre central et viennent se relever, trachées en dedans, dans la zone externe du parenchyme cortical, presque en face l'une de l'autre, mais cependant plus rapprochées du côté de l'écusson. Aussitôt après, cette zone externe du parenchyme cortical se sépare circulairement de l'écorce interne, et constitue une gaîne blanche munie de deux faisceaux à trachées internes, presque diamétralement opposés, et qui demeurent indivis et sans communication entre eux jusqu'au sommet de l'organe. Cette gaîne conique, ou piléole, enveloppe d'abord la gemmule de l'embryon, mais elle se fend à la germination pour la laisser passer, et cette déhiscence s'opère du côté opposé à l'écusson. Un peu plus haut, la première feuille verte, diamétralement opposée à l'écusson, se détache à son tour avec sept faisceaux principaux et deux marginaux plus grêles ; puis, la seconde feuille verte, à l'opposite de la première.

Deux conséquences découlent de ce qui précède. D'abord l'écusson reçoit de la tige un faisceau libéro-vasculaire; il est donc la première expansion vasculaire de cette tige, il en est la première feuille, le cotylédon. Mais on voit, en même temps, qu'il

n'en est pas le cotylédon tout entier. Sans compter la languette parenchymateuse antérieure, qui n'est qu'une dépendance des bords de l'écusson, les deux faisceaux de la piléole ne sont autre chose que les deux branches latérales du faisceau trifurqué que la tigelle envoie au cotylédon. Cette piléole n'est donc pas une feuille simple autonome, comme cela a été admis par tous les auteurs, ni un composé de deux feuilles autonomes, mais une dépendance bilatérale de l'écusson, dépendance qu'on doit regarder comme formée de deux stipules soudées bord à bord, tant en avant qu'en arrière, en une gaîne fendue au sommet du côté opposé à la feuille, comme sont soudées, par exemple, les stipules des *Polygonum*.

Ainsi, l'écusson est le limbe de la feuille cotylédonaire qui demeure hypogé ; la piléole en est une double stipule axillaire et engaînante, que la germination développe et amène à la lumière, et qui n'acquiert de chlorophylle et de stomates que le long de ses deux nervures. Écusson, lobule et piléole sont les diverses parties de la première feuille de la plante, de son cotylédon. La première feuille verte est donc la deuxième feuille du végétal, située à 180 degrés de la première.

Triticum sativum. — Outre la racine principale, l'embryon du Blé forme ordinairement de chaque côté de l'écusson deux racines superposées. Ces quatre racines latérales ne viennent s'insérer sur l'axe principal que lorsque celui-ci, après s'être réuni à la coléorhize, a déjà perdu ses caractères de racine pour acquérir ceux de la tige; elles sont donc adventives. Les sections faites au niveau où elles s'insèrent montrent que, du côté de l'écusson, le parenchyme cortical de la tige s'aplatit en une lame creusée d'un sillon en son milieu et dont les bords deviennent de plus en plus libres à mesure qu'on s'élève. L'écusson est donc ici, comme dans le *Stipa*, muni d'une partie descendante intimement unie avec le parenchyme cortical de la tige et qui joue le même rôle absorbant que la partie supérieure libre de l'organe (1). En même temps que cette

(1) Cette partie descendante de l'écusson, revêtue, comme l'autre, d'un épiderme

partie inférieure de l'écusson se détache de plus en plus par ses bords, on voit, du côté antérieur de l'embryon, une languette purement celluleuse se séparer entièrement du parenchyme cortical : c'est une simple dépendance de l'écusson.

Enfin, quand on est parvenu au-dessus de l'insertion des deux racines latérales supérieures, on voit un faisceau s'échapper du cylindre central de la tige en face de la ligne médiane de l'écusson. Ce gros faisceau se trifurque immédiatement. La branche médiane se dirige horizontalement en dehors à travers le parenchyme cortical ; elle pénètre dans l'écusson, qui se sépare aussitôt complétement de la tige, et s'y relève pour le parcourir dans toute sa longueur sans se diviser. Les deux branches latérales divergent immédiatement à droite et à gauche, contournent le cylindre central et se relèvent, en définitive, dans la zone externe du parenchyme cortical, à peu près en face l'une de l'autre, mais plus rapprochées cependant du côté de l'écusson. Aussitôt cette zone externe se sépare circulairement du parenchyme intérieur, et forme la gaîne binerviée ou piléole.

La tige forme plus haut sa première feuille verte du côté opposé à l'écusson, et elle lui fournit sept faisceaux principaux, séparés l'un de l'autre par trois faisceaux plus petits. Il en est de même des deux feuilles suivantes, qui ont trois faisceaux de chaque côté de leur nervure médiane.

Comme les feuilles vertes qui la suivent, la piléole du Blé possède fréquemment, et du côté de l'écusson, un bourgeon un peu dévié latéralement ; nous reviendrons avec détail sur ce point en parlant de l'Orge.

Les choses se passent dans le Seigle (*Secale cereale*) comme dans le Blé.

Hordeum vulgare. — L'Orge émet souvent, outre sa racine principale, huit racines adventives, trois de chaque côté de l'écusson, et deux en avant. On traverse d'abord la partie descendante de l'écusson qui, privée de faisceaux, fait saillie à la

absorbant à cellules allongées perpendiculairement à la surface, se prolonge fort loin et s'étend jusque sur la coléorhize.

surface du parenchyme cortical et dont les bords se séparent de plus en plus à mesure qu'on s'élève ; puis on voit s'échapper du cylindre central de la tige un gros faisceau qui se divise tout de suite en deux moitiés dans le plan du rayon. La moitié externe se bifurque immédiatement, et ses deux branches pénètrent à la fois dans l'écusson qui se sépare aussitôt; elles y cheminent côte à côte en se divisant (1). La moitié interne se bifurque de la même manière, et ses deux branches divergent tout de suite à droite et à gauche, contournent le cylindre central, et viennent se relever dans la zone externe du parenchyme cortical presque en face l'une de l'autre, mais cependant plus rapprochées du côté de l'écusson. Aussitôt cette zone externe se sépare circulairement de la tige et forme la gaîne binerviée. Aucune trace ici de la languette antérieure que nous avons rencontrée dans le *Stipa* et dans le Blé.

La gaîne bistipulaire de l'Orge porte constamment un bourgeon à son aisselle, c'est-à-dire du côté de l'écusson. Ce bourgeon n'est pas tout à fait dans la ligne médiane, mais un peu rejeté latéralement, et nous comprendrons tout à l'heure la cause de cette déviation. Les feuilles vertes qui suivent portent aussi chacune un bourgeon dévié, et l'on remarque que, par rapport à la nervure médiane, les bourgeons des feuilles successives sont alternativement déviés à droite et à gauche. Si l'on observe, d'autre part, que dans ces feuilles successives, c'est alternativement le bord droit et le bord gauche qui recouvre l'autre, et que le bourgeon d'une feuille est toujours déjeté du côté de son bord recouvert, c'est-à-dire du côté du bord recouvrant de la feuille suivante, on verra que les choses se passent comme si le bord recouvrant d'une feuille, en chevauchant sur son congénère, repoussait devant lui le bourgeon axillaire de la feuille qui précède et qui lui fait obstacle. Telle est aussi, sans doute, la cause de la déviation latérale du bourgeon, tant pour la gaîne cotylédonaire que pour les feuilles suivantes. Il résulte de ce qui pré-

(1) Sur quelques plantules, j'ai vu la branche externe pénétrer simple dans l'écusson, mais elle s'y bifurque aussitôt.

cède que, si l'on place l'œil dans le plan qui contient les nervures médianes de toutes les feuilles, on verra toutes les moitiés recouvrantes situées du même côté, tandis que tous les bourgeons sont déviés du côté opposé du plan.

Ainsi, le cotylédon de l'Orge possède d'ordinaire, comme les feuilles suivantes, un bourgeon situé, non pas à l'aisselle de l'écusson, mais à l'aisselle de la gaîne bistipulaire (1). Il n'est pas rare de rencontrer à l'aisselle de cette gaîne deux bourgeons situés côte à côte, du côté de l'écusson. Ces deux bourgeons commencent chacun par une feuille binerviée et double tournée vers l'axe et fendue vers la feuille mère, et la feuille suivante est dans chacun d'eux tournée vers l'extérieur, de sorte que les deux premières feuilles simples des deux bourgeons se présentent leurs fentes; de plus, les bords recouvrants sont situés du côté de l'axe. Ces bourgeons sont souvent inégaux; le plus développé et le plus ancien se trouve alors constamment du côté recouvert de la feuille, et l'autre du côté recouvrant. Quand il n'y a qu'un bourgeon dévié latéralement, la disposition de ses parties est la même; c'est-à-dire que la première feuille binerviée et double est postérieure, et que la seconde feuille simple est située du côté où le bourgeon est dévié; de plus, c'est la moitié de cette feuille située vers l'axe qui recouvre l'autre. Il en résulte que dans ce rameau, ou dans ces deux rameaux collatéraux, qui ont le plan des nervures médianes de leurs feuilles perpendiculaire au plan foliaire de la tige, tous les bourgeons principaux sont situés, par rapport à ce plan, du côté de la feuille mère (2). Cette

(1) C'est aussi la place qu'occupe le bourgeon dans les *Polygonum*, les *Rumex*, etc., et en général dans toutes les plantes à stipule axillaire.

(2) Le distique du rameau étant transversal, on voit que le sens de l'enroulement de sa première feuille simple est déterminé par rapport à la feuille-mère. Le distique de l'embryon étant, comme nous verrons plus loin, longitudinal par rapport à la bractée-mère de la fleur qui le produit, le sens du premier enroulement sera-t-il encore déterminé par rapport à cette bractée mère, et, par conséquent, constant dans toutes les plantules. L'observation de douze plantules montre que non; le sens de la déviation du bourgeon piléolaire ou du bourgeon principal. quand il y en a deux, ou, ce qui revient au même, le sens de l'enroulement de la première feuille verte, varie suivant les plantules, sans qu'il m'ait été encore possible de trouver la cause qui le détermine dans une plantule donnée.

dualité des bourgeons, ainsi fréquemment offerte par la gaîne cotylédonaire, se rencontre quelquefois dans les feuilles vertes ordinaires avec la même disposition relative des éléments.

On voit donc, en somme, que le cotylédon présente dans sa gaîne bistipulaire toutes les propriétés gemmaires des feuilles ordinaires de la plante (1).

En résumé, dans les plantes que nous venons d'étudier, il se détache du cylindre central de la tige, au niveau de l'insertion de l'écusson, un faisceau destiné à former la première expansion

(1) C'est peut-être ici le lieu de se demander quelle est la nature de la première feuille du rameau foliaire ou floral des Graminées, première feuille qui est binerviée comme la piléole, ou, plus exactement, qui est munie de deux nervures principales accompagnées chacune de quelques fascicules latéraux. On sait que cette préfeuille, aplatie contre l'axe, est ouverte en avant et que les feuilles suivantes sont latérales. Cette préfeuille est-elle une feuille unique située à 180 degrés de la feuille mère, en sorte que le distique du rameau s'établirait d'abord longitudinal, pour devenir brusquement transversal dans les feuilles suivantes, comme l'admettait Bravais, ou bien est-elle formée de deux parties distinctes comme la piléole, parties distinctes qui seraient, non pas des stipules, mais bien des feuilles autonomes insérées en face l'une de l'autre et faisant partie des deux séries latérales des feuilles supérieures ?

Le développement des bourgeons qui se forment quelquefois, comme par exemple dans le *Coix lacryma*, à l'aisselle de la préfeuille et qui sont tout autrement disposés que dans la piléole, va nous montrer que cette préfeuille est double en réalité. La préfeuille du *Coix lacryma* porte en effet assez souvent deux bourgeons situés exactement aux extrémités du diamètre transversal du rameau, c'est-à-dire occupant la position qui reviendrait aux nervures médianes de leurs deux feuilles mères, si elles n'étaient pas rapprochées et soudées en arrière. La dualité et l'opposition des bourgeons attestent ainsi la composition binaire de la préfeuille. Quelquefois, un seul bourgeon se développe ; il n'est nullement postérieur, comme il conviendrait à la feuille postérieure unique, mais latéral, et il occupe la place d'un des bourgeons, quand il y en a deux. Nous avons montré ailleurs, que chez certaines Aroïdées (Monstérinées) où les feuilles, distiques en réalité, ont une position anomale et se trouvent toutes rapprochées sur la même face de la tige, les bourgeons conservent leur position normale et sont situés sur deux génératrices opposées, marquant ainsi la place réelle qui revient à leurs feuilles mères. Contrairement à l'opinion de Bravais, le distique s'établit donc immédiatement transversal sur le rameau des Graminées.

La préfeuille du rameau des Graminées, sans avoir la même nature morphologique que la piléole, participe cependant de sa structure binaire, et elle joue le même rôle protecteur ; elle est en quelque sorte la piléole du rameau végétatif. Il en est de même de la préfeuille du rameau floral, appelée glumelle supérieure, et qui a la même nature morphologique que la préfeuille du rameau végétatif. La glumelle supérieure est la piléole de la fleur.

foliaire de cette tige. Ce faisceau se trifurque au point même où il quitte le cylindre central ; la partie médiane seule, quelquefois bifurquée comme dans l'Orge, pénètre dans l'écusson, et les deux branches latérales vont constituer immédiatement une gaîne bistipulaire à l'aisselle de laquelle se développent un ou quelquefois deux bourgeons. Le cotylédon est donc formé, sans compter la petite languette cellulaire opposée à l'écusson, qui manque quelquefois, comme nous l'avons vu dans l'Orge, de deux parties distinctes : une médiane, hypogée, sans accroissement à la germination, chargée d'absorber l'albumen, l'écusson ; et une autre, d'origine bistipulaire, ayant la forme d'une gaîne et la fonction de protéger la gemmule, grandissant à la germination, pour devenir épigée, la piléole.

2. *La piléole s'insère sur la tigelle à une certaine distance de l'écusson, mais elle demeure toutefois dans l'intervalle reliée à l'écusson, à travers le parenchyme cortical, par un faisceau libéro-vasculaire.* — Pour l'étude de cette modification, nous prendrons d'abord quelques espèces à racine unique, puis quelques autres à racines multiples (pl. 13, fig. 8-20).

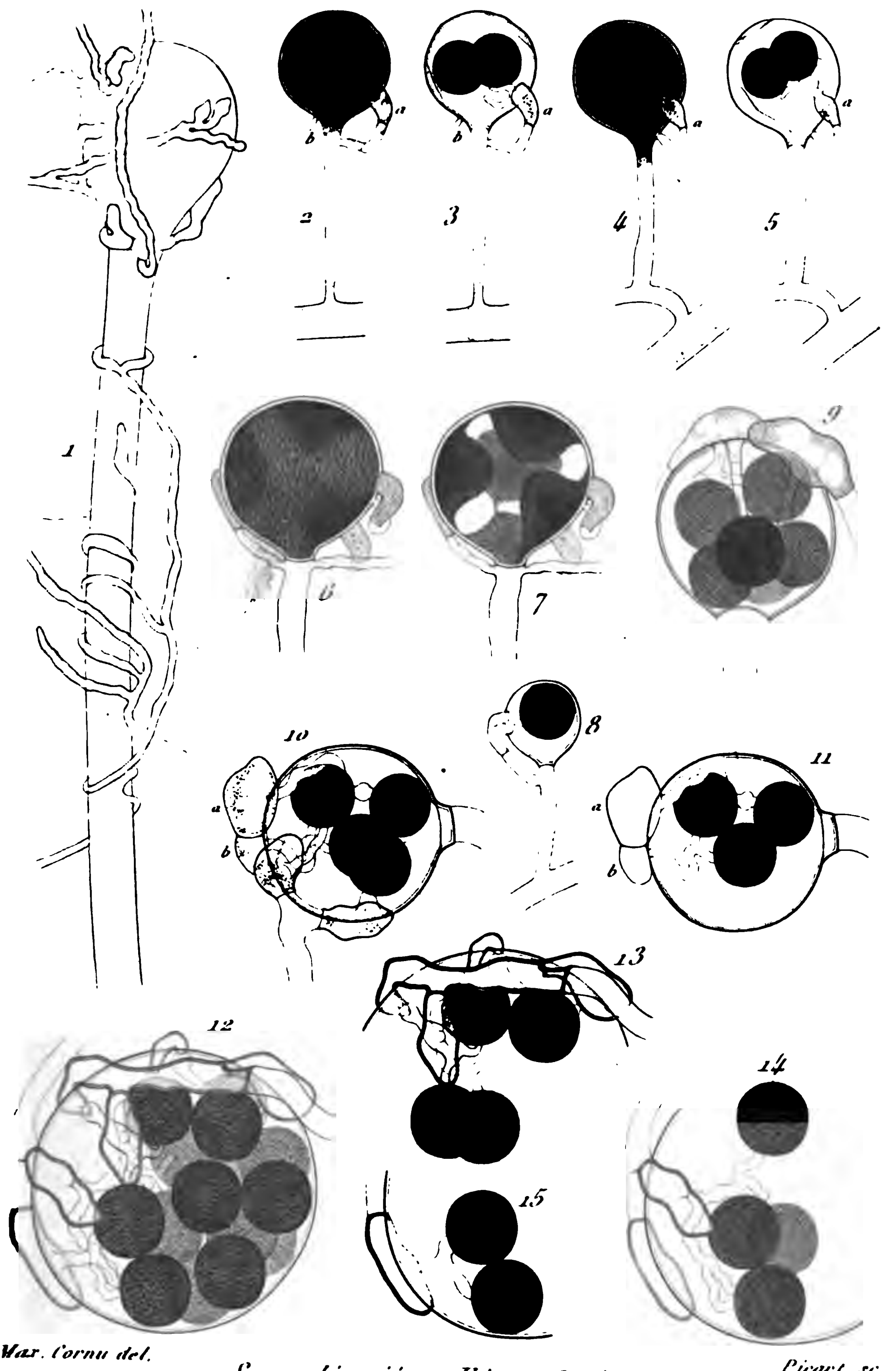
Lolium italicum. — A la première catégorie appartient le Ray-grass d'Italie. La plantule n'a qu'une seule racine principale qui produit de nombreuses radicelles à sa surface. L'insertion de l'écusson y est séparée de celle de la piléole par un intervalle de 14 à 18 millimètres. Examinons une série de sections transversales commencées au-dessous de l'écusson et menées à travers toute cette région critique jusqu'au-dessus de la piléole.

A peu de distance de la limite qui sépare la racine principale de la tige, nous verrons s'échapper du cylindre central de la tigelle un faisceau qui, dans son trajet à travers le parenchyme cortical, se dédouble dans le plan du rayon. La branche externe a ses trachées en dedans ; elle se dirige horizontalement en dehors, pénètre dans l'écusson qui se sépare aussitôt, s'y relève et le parcourt dans toute sa région ascendante et libre.

La branche interne demeure en place et s'élève dans la zone moyenne du parenchyme cortical de la tigelle. Elle est formée comme l'autre d'un groupe de cellules libériennes et d'un groupe de vaisseaux, mais le premier est tourné en dedans et le second en dehors. En outre, les vaisseaux annelés les plus externes se résorbent de bonne heure et sont remplacés par une lacune. Dans tout l'intervalle entre l'écusson et la piléole ce faisceau conserve cette position et cette singulière orientation. Arrivé sous la piléole, il se rapproche du cylindre central et vient se replacer à sa périphérie. Au moment même où ce contact s'opère, le faisceau se bifurque et ses deux branches se dirigent horizontalement en sens inverse, contournent le cylindre central élargi, et viennent se relever, trachées en dedans, dans la zone externe du parenchyme cortical, presque en face l'une de l'autre, mais cependant un peu plus rapprochées du côté de l'écusson. Cette zone externe se sépare aussitôt de la tige et forme la piléole binerviée.

En même temps, et brusquement, les caractères anatomiques du cylindre central changent. A partir du point de départ du faisceau cotylédonaire, en effet, le cylindre central a pris et il a conservé, dans tout l'intervalle entre l'écusson et la piléole, des caractères singuliers. Les vaisseaux y forment une sorte d'étoile à quatre branches. Chaque rayon commence par un large vaisseau contigu à la périphérie du corps central, et se continue par plusieurs vaisseaux étroits qui viennent toucher au centre ceux des autres rayons. Les intervalles entre les branches sont occupés par des cellules étroites et longues, de nature libérienne. C'est vis-à-vis du plus large de ces intervalles que se trouve le faisceau cortical inverse. Immédiatement au-dessous de l'insertion de la piléole, ce système s'élargit brusquement, se dissocie en un certain nombre de faisceaux libéro-vasculaires séparés par du parenchyme, et prend ainsi les caractères définitifs de la tige. Nous comprendrons tout à l'heure la raison de ce changement de structure.

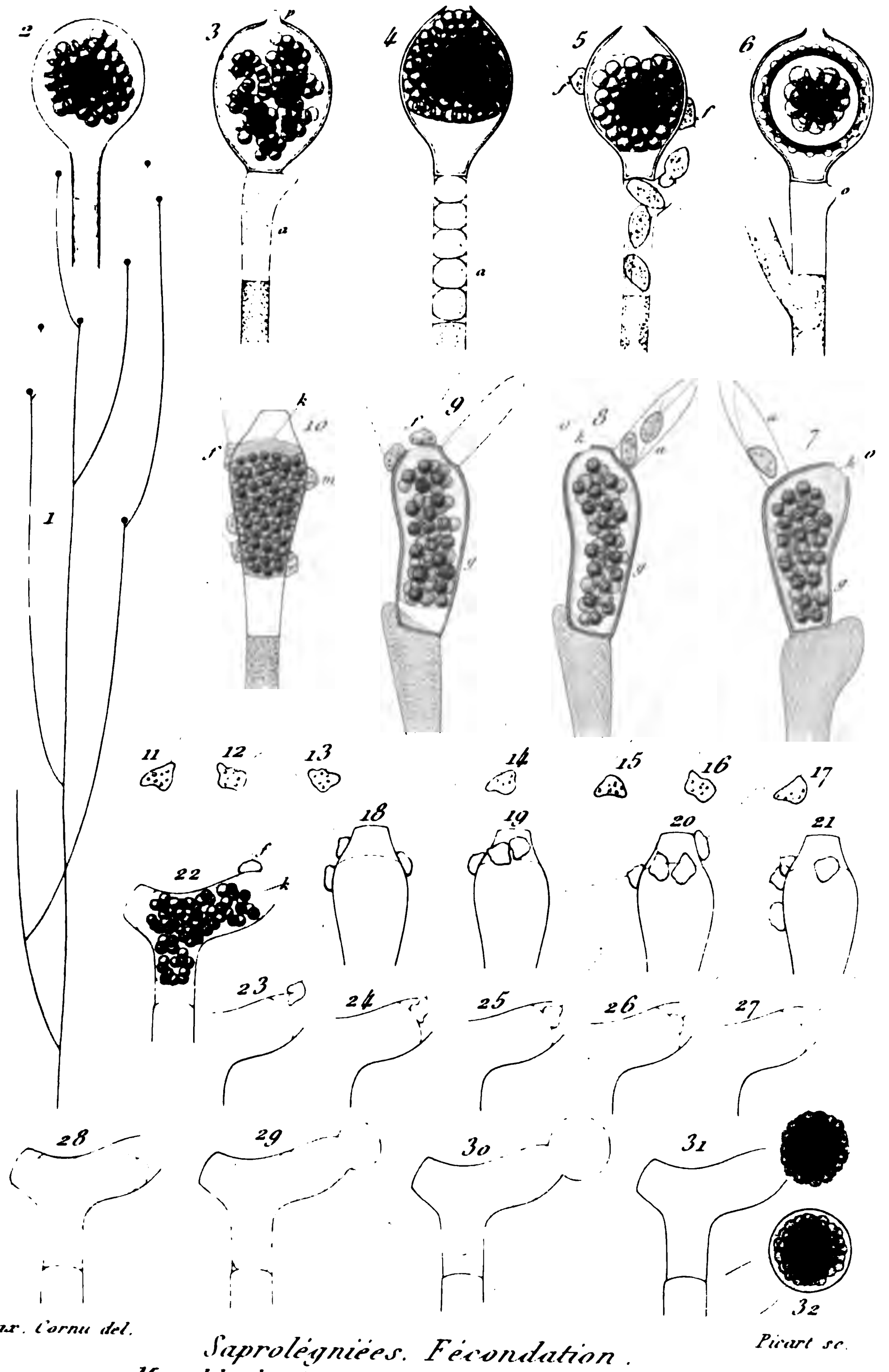
Ainsi, malgré l'intervalle de tige qui sépare ces deux organes, l'écusson et la piléole n'en demeurent pas moins unis vasculaire-



Max. Cornu del. Picart sc.

Saprolégniées. Fécondation.
1. Achlya polyandra Hild. 2-8 A. racemosa Hild.
10-15 A. contorta sp. nova.

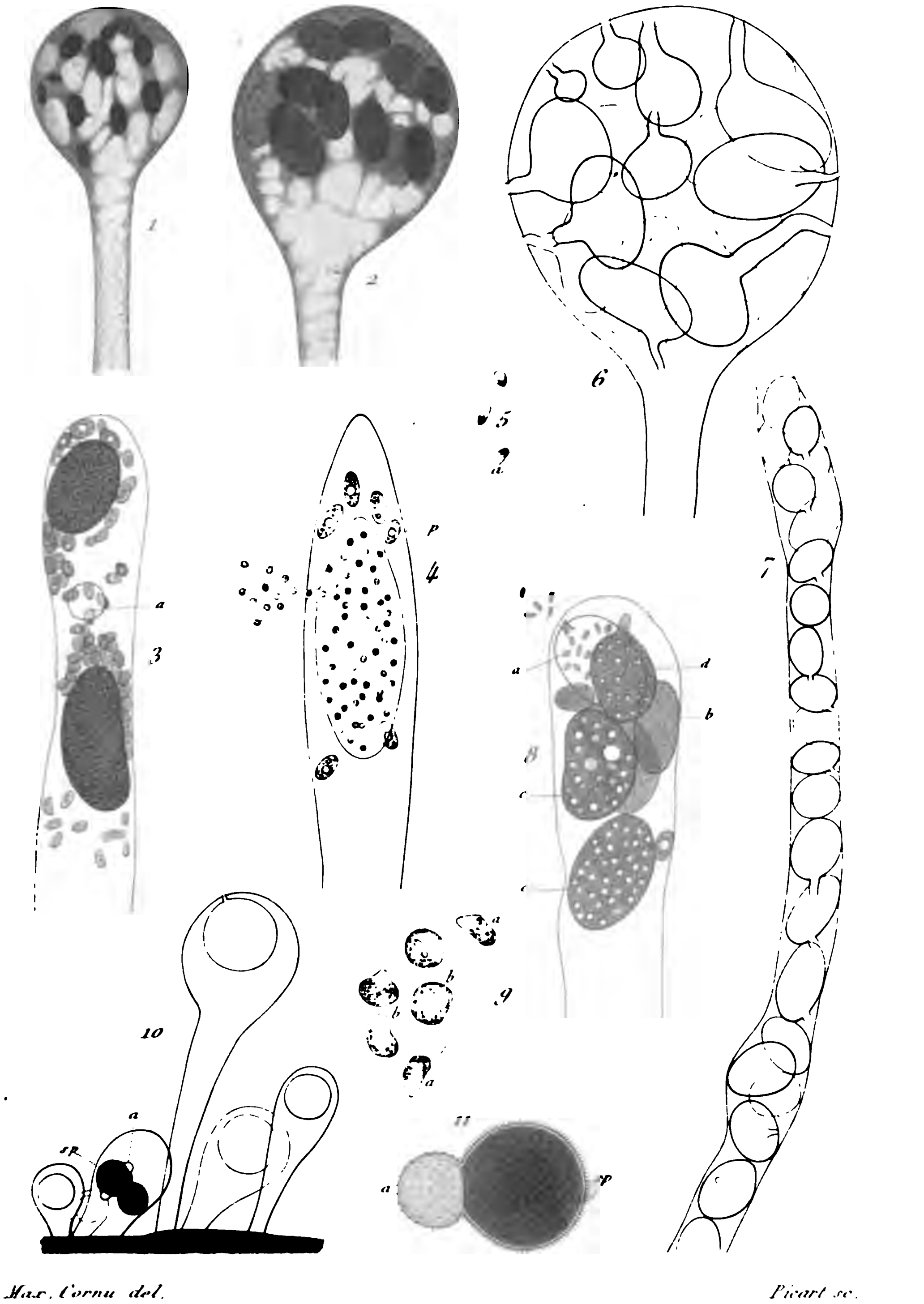
Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



Max. Cornu del. *Picart sc.*

Saprolégniées. Fécondation.
Monoblepharis, gen. nov. 1–6 M. sphærica.
7–32 M. polymorpha.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

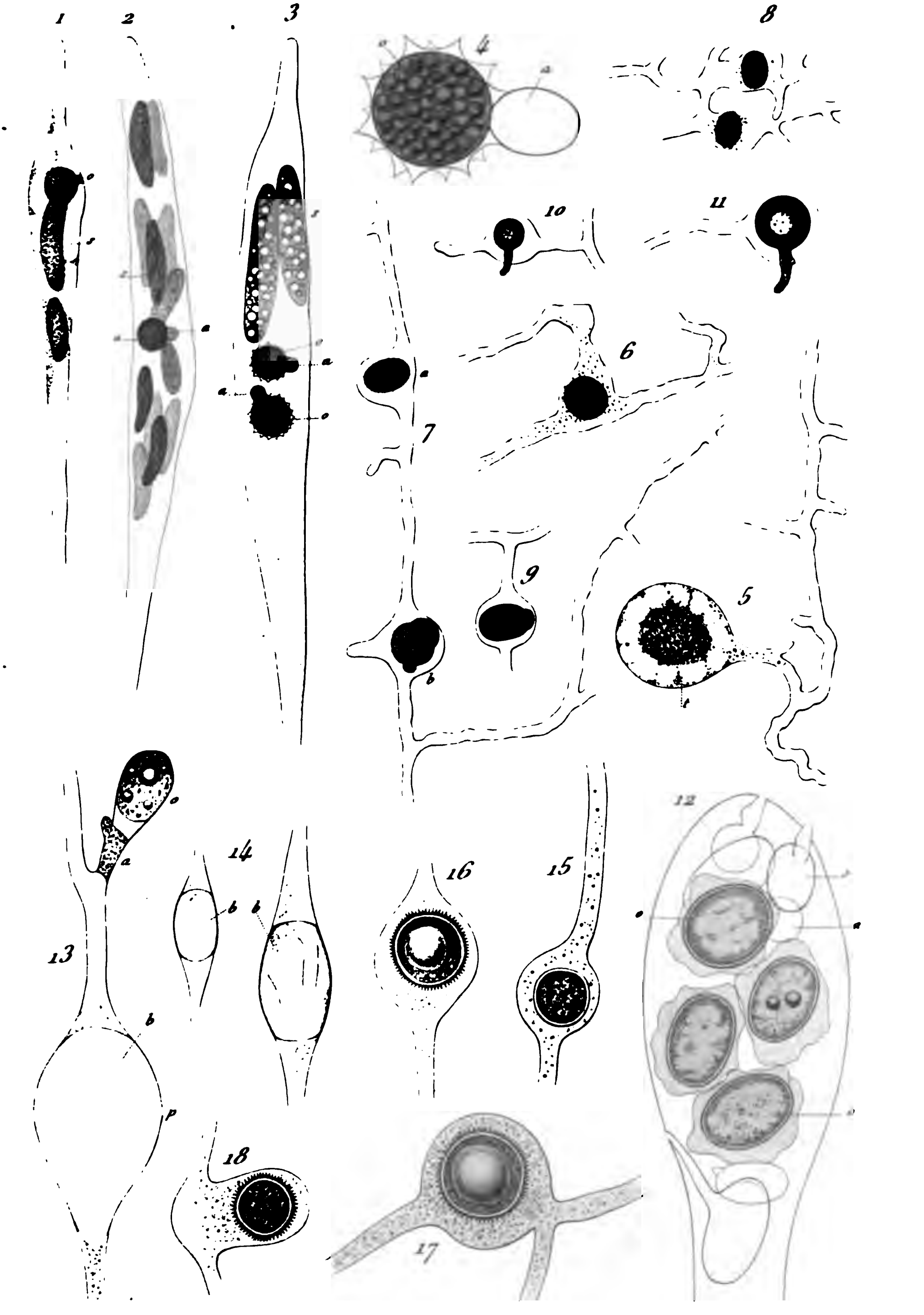


Max. Cornu del. Picart sc.

Parasites des Saprolégniées.

1-9 Olpidiopsis gen. nov. 10. O. Saprolegniæ (A. Br.) 11. O. Index.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



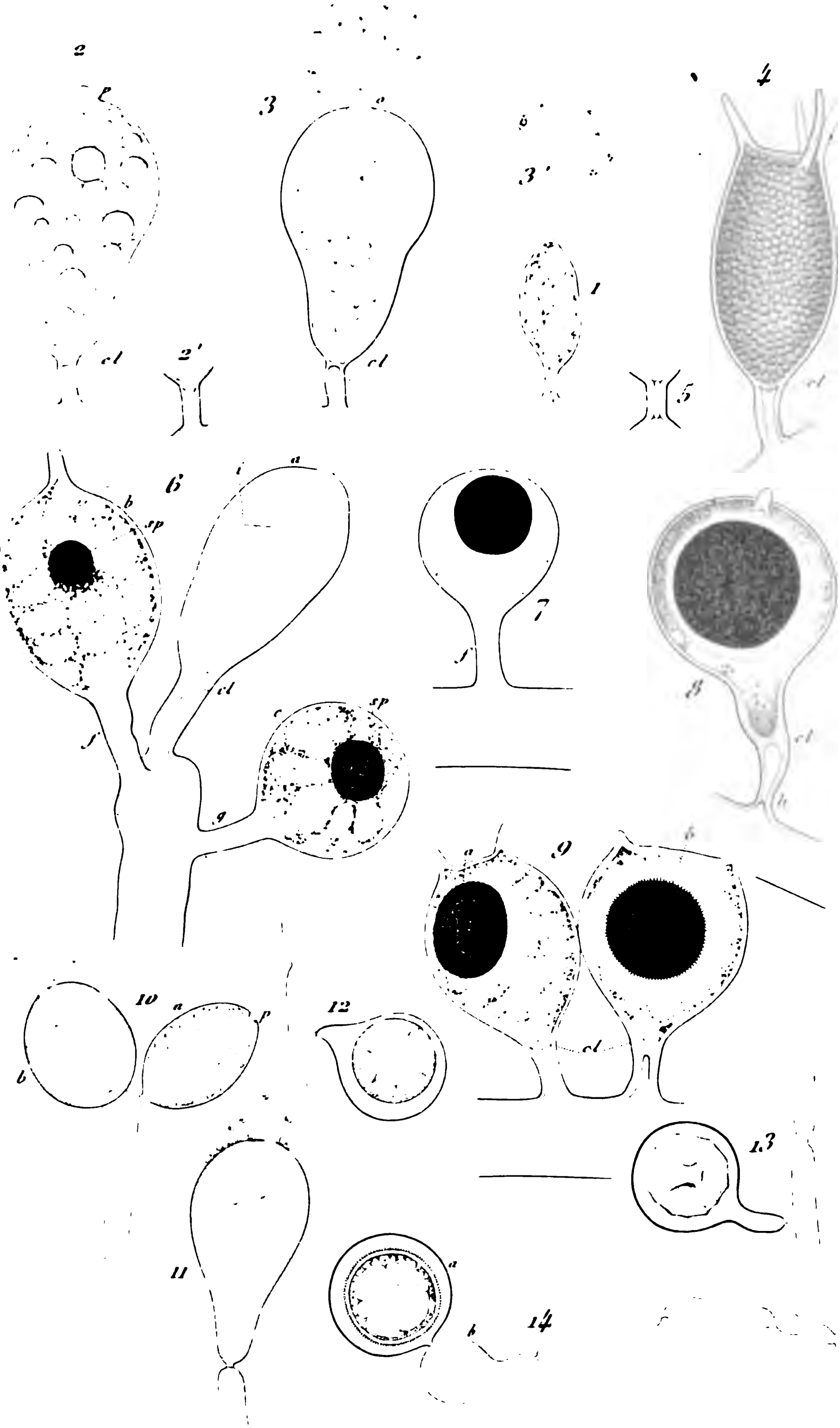
Max. Cornu del. Picart

Parasites des Saprolégniées

1-4 Olpidiopsis fusiformis. 5-11 O. Aphanomycis

12 O. incrassata. 13-18 Rozella (gen. nov.) Monobleph.

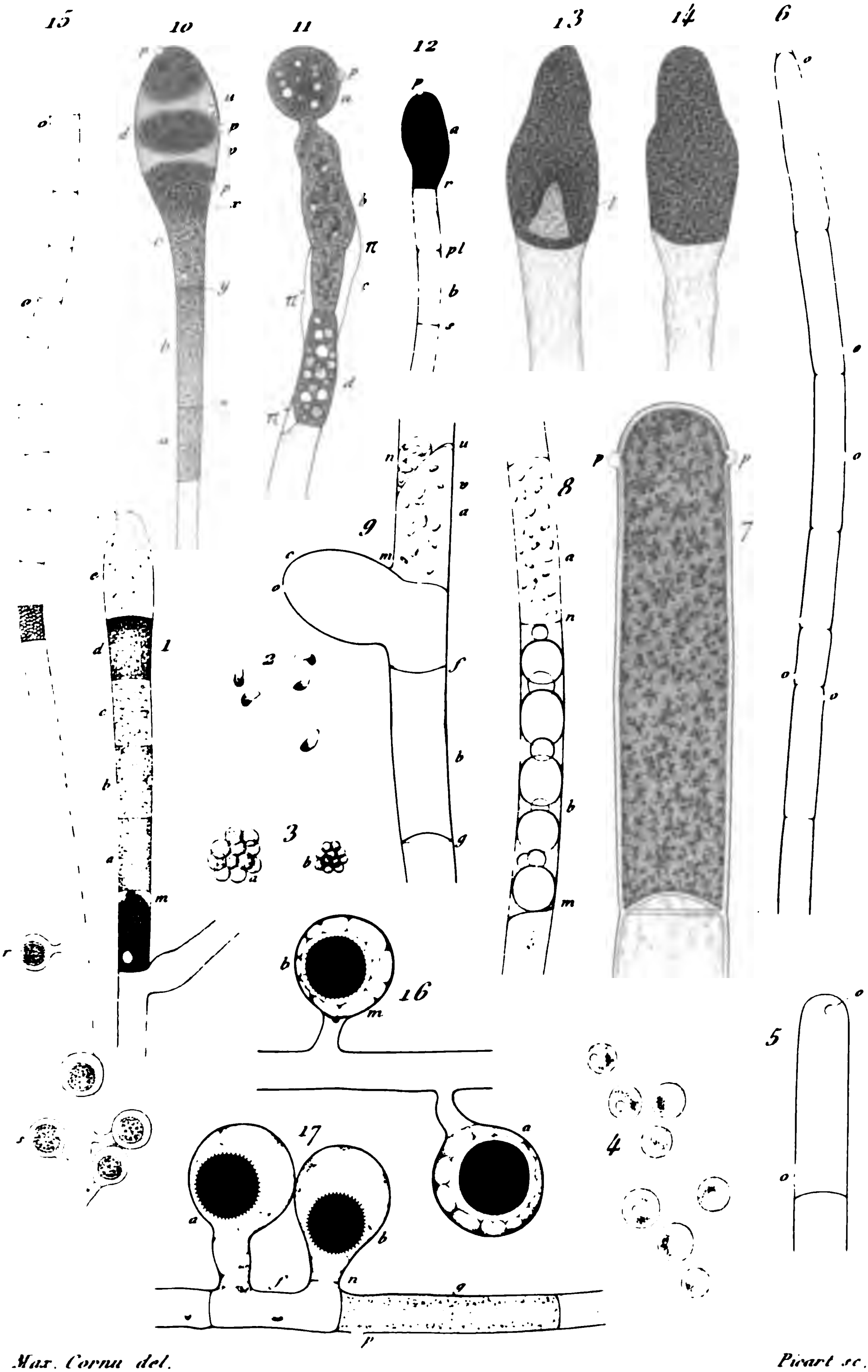
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15. Paris.



Max. Cornu del. Picart sc.

Parasites des Saprolégniées.
1-9 Rozella Rhipidii. 10-14 R. Apodyæ.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

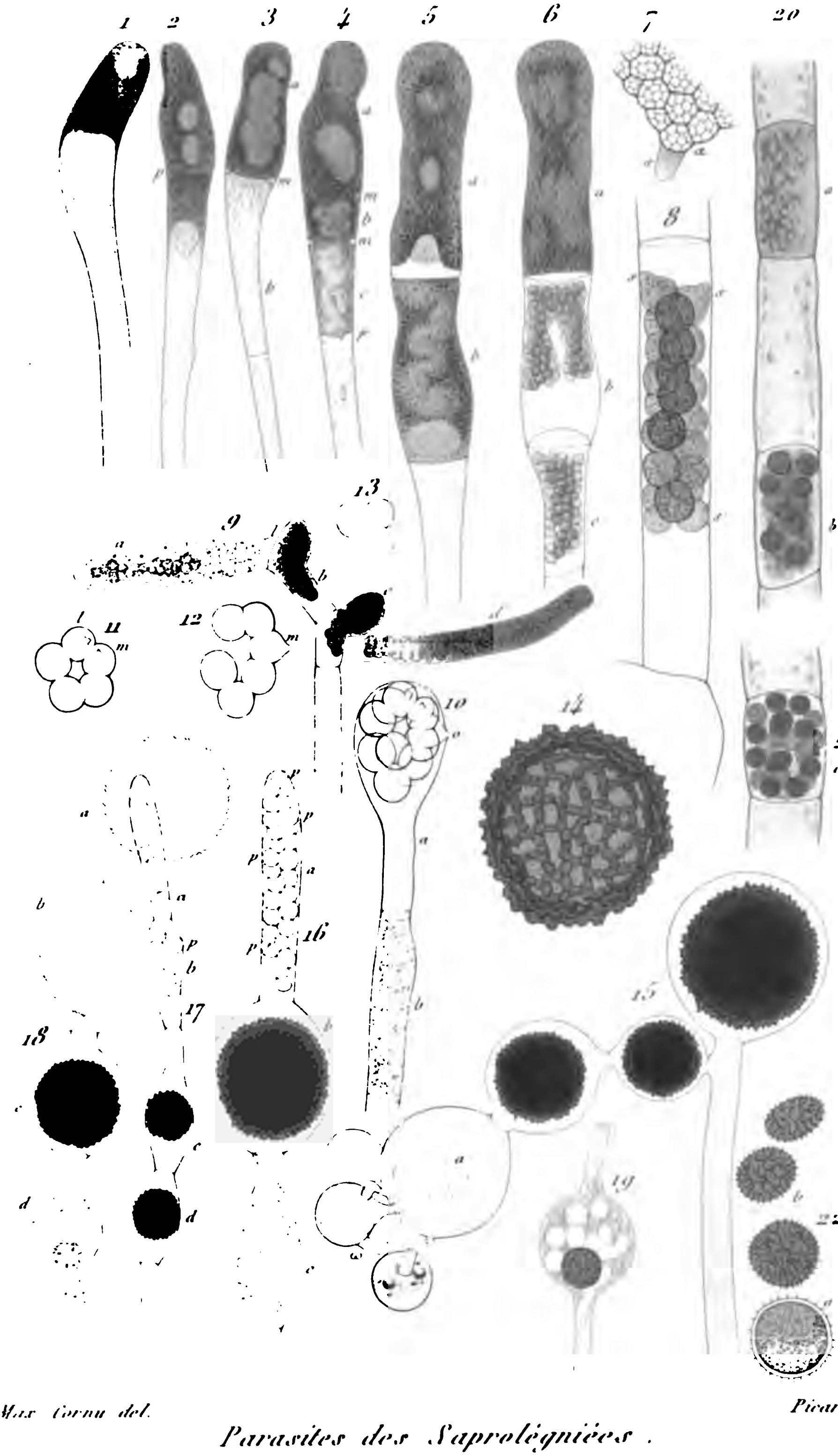


Max. Cornu del. Picart sc.

Parasites des Saprolégniées

Rozella septigena.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade. 15. Paris.

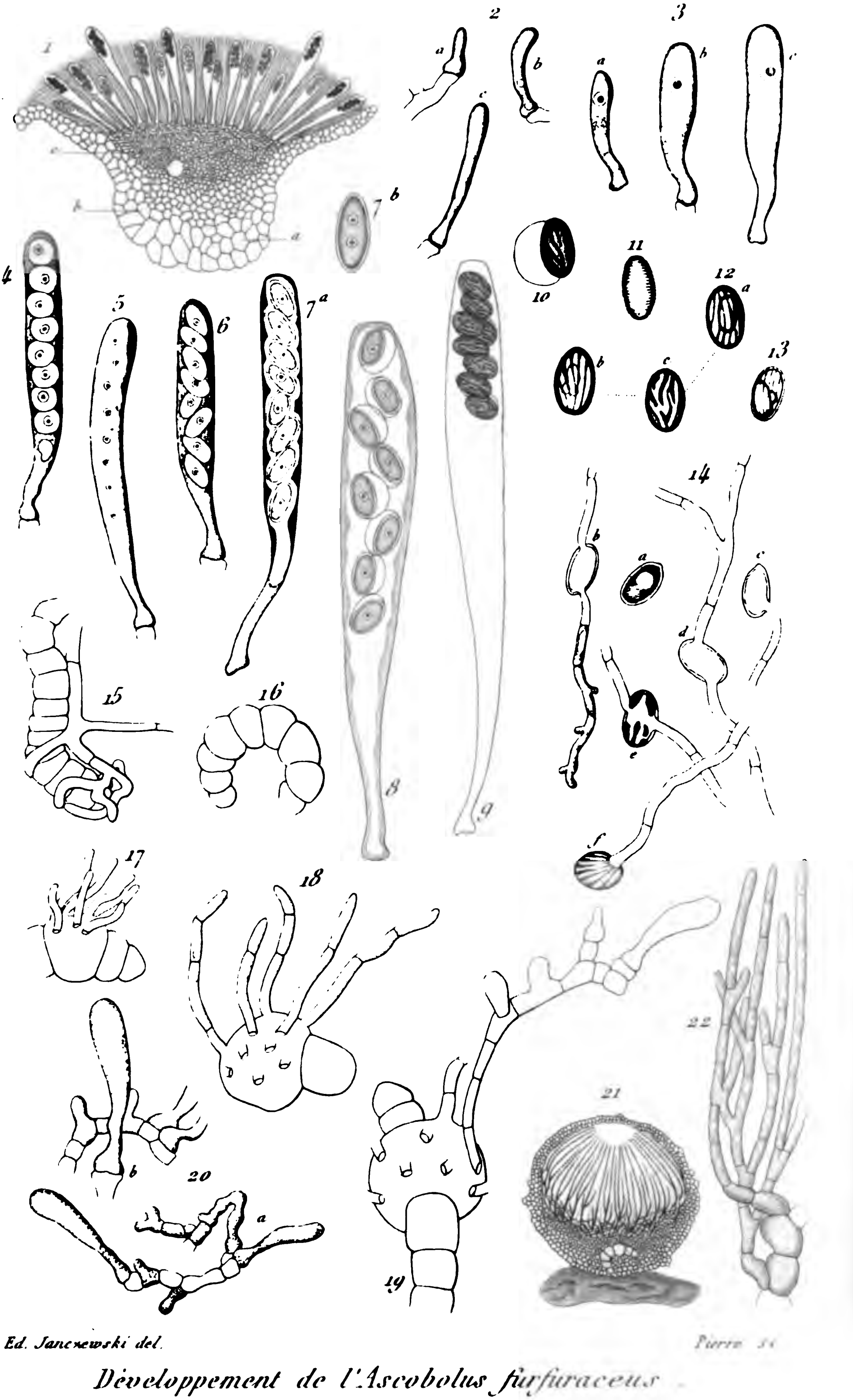


Max Cornu del. Picart

Parasites des Saprolégniées.

Woronina (gen. nov.) polycystis.

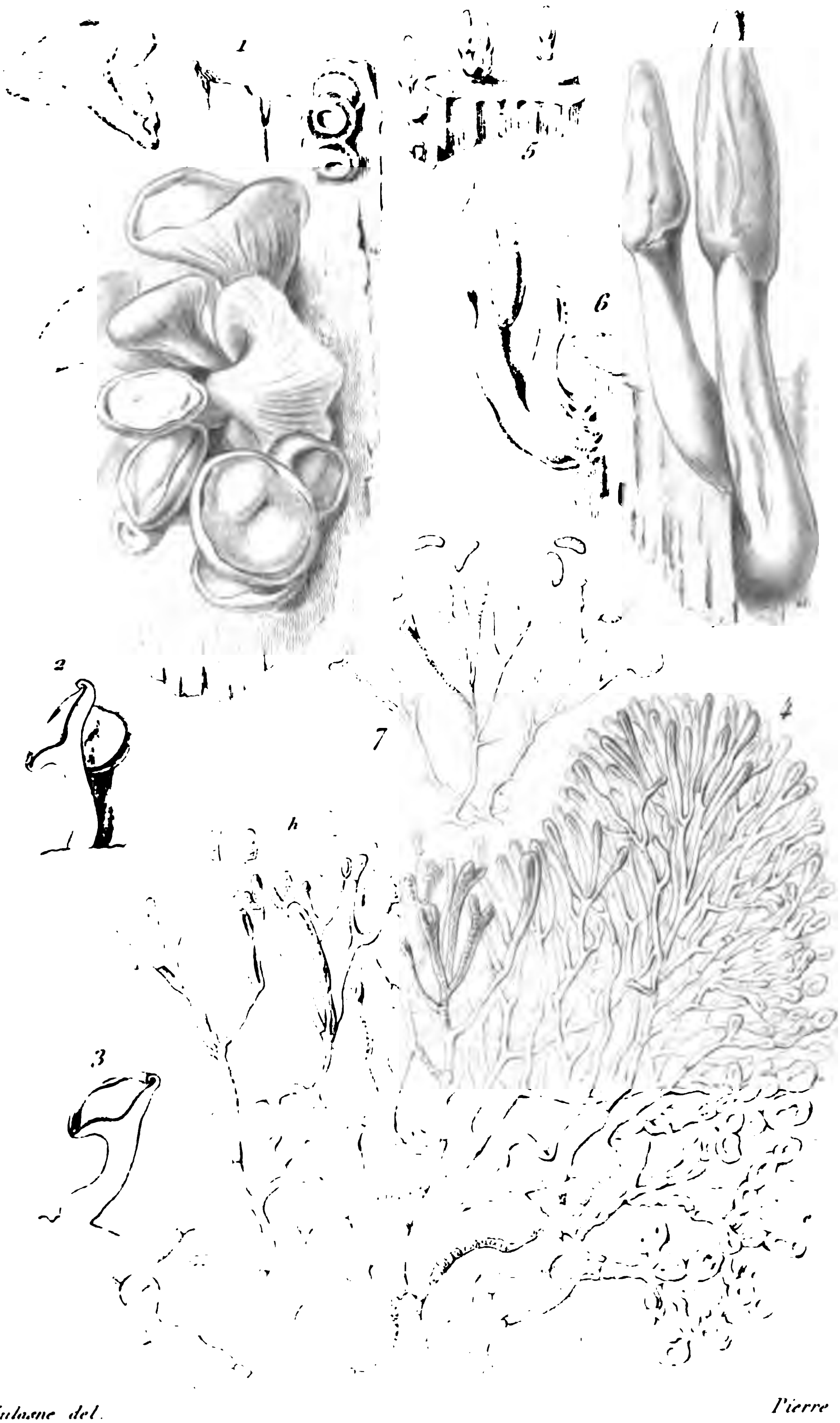
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15. Paris.



Ed. Janczewski del. Pierre sc.

Développement de l'Ascobolus furfuraceus.

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris



Tulasne del. Pierre sc.

Guepinia Peziza Tul.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



Tulasne del. Pierre sc.

Hypochnus — Corticium — Sebacina — Guepinia

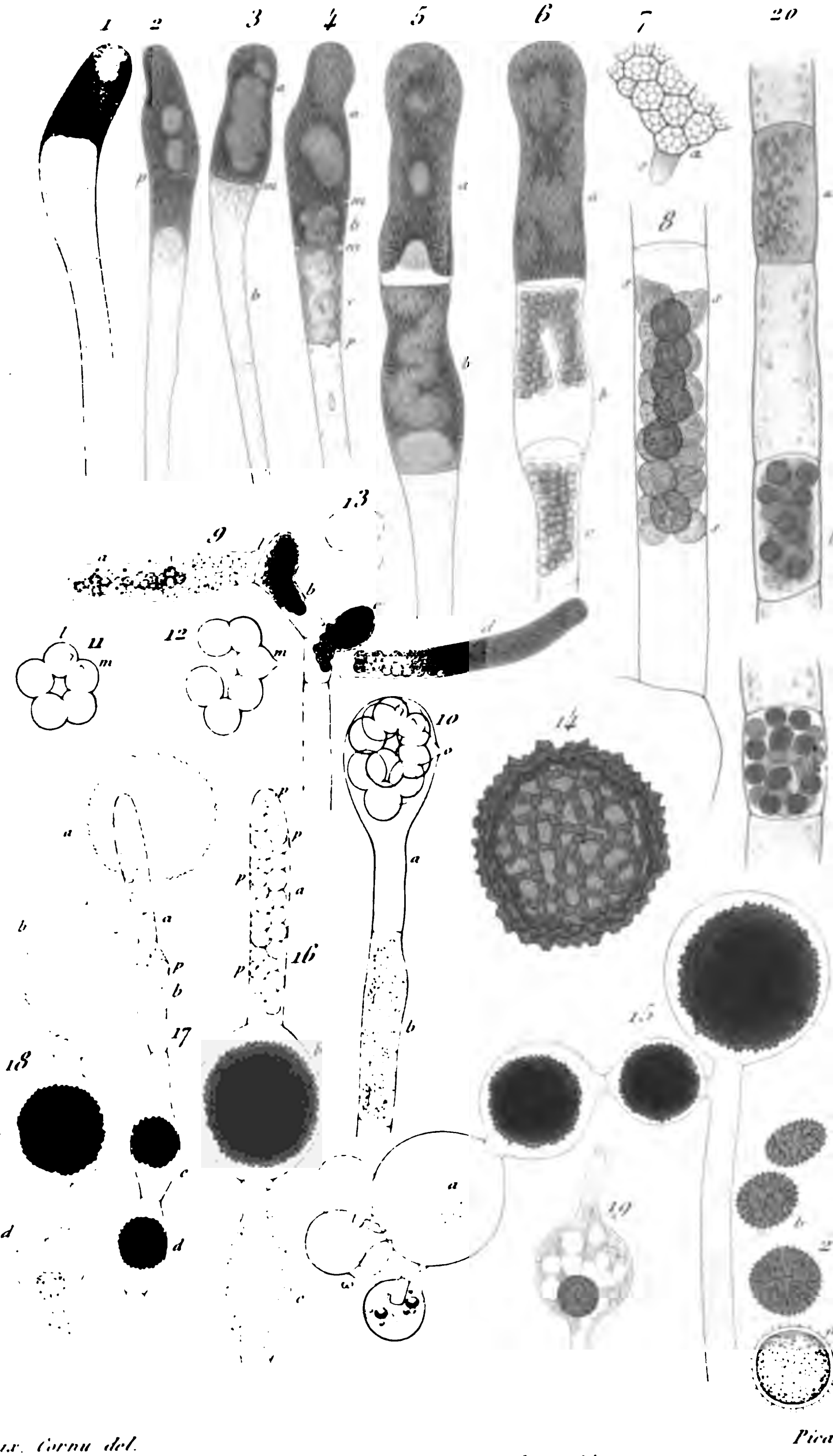
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



Tulasne del. Pierre sc.

Tremella Cerasi.

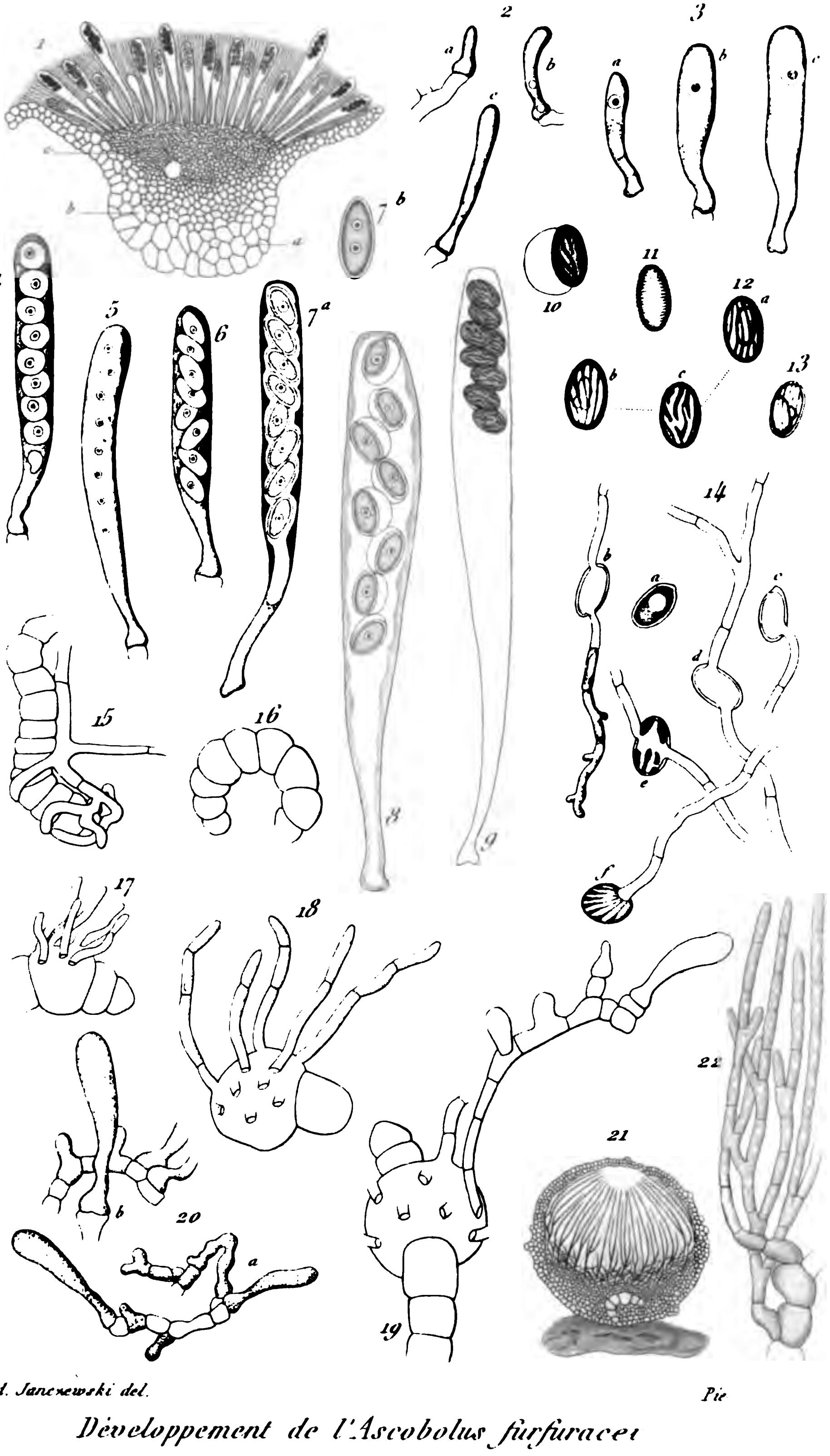
Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris



Max. Cornu del. Picart sc.

Parasites des Saprolégniées.
Woronina (gen. nov.) polycystis.

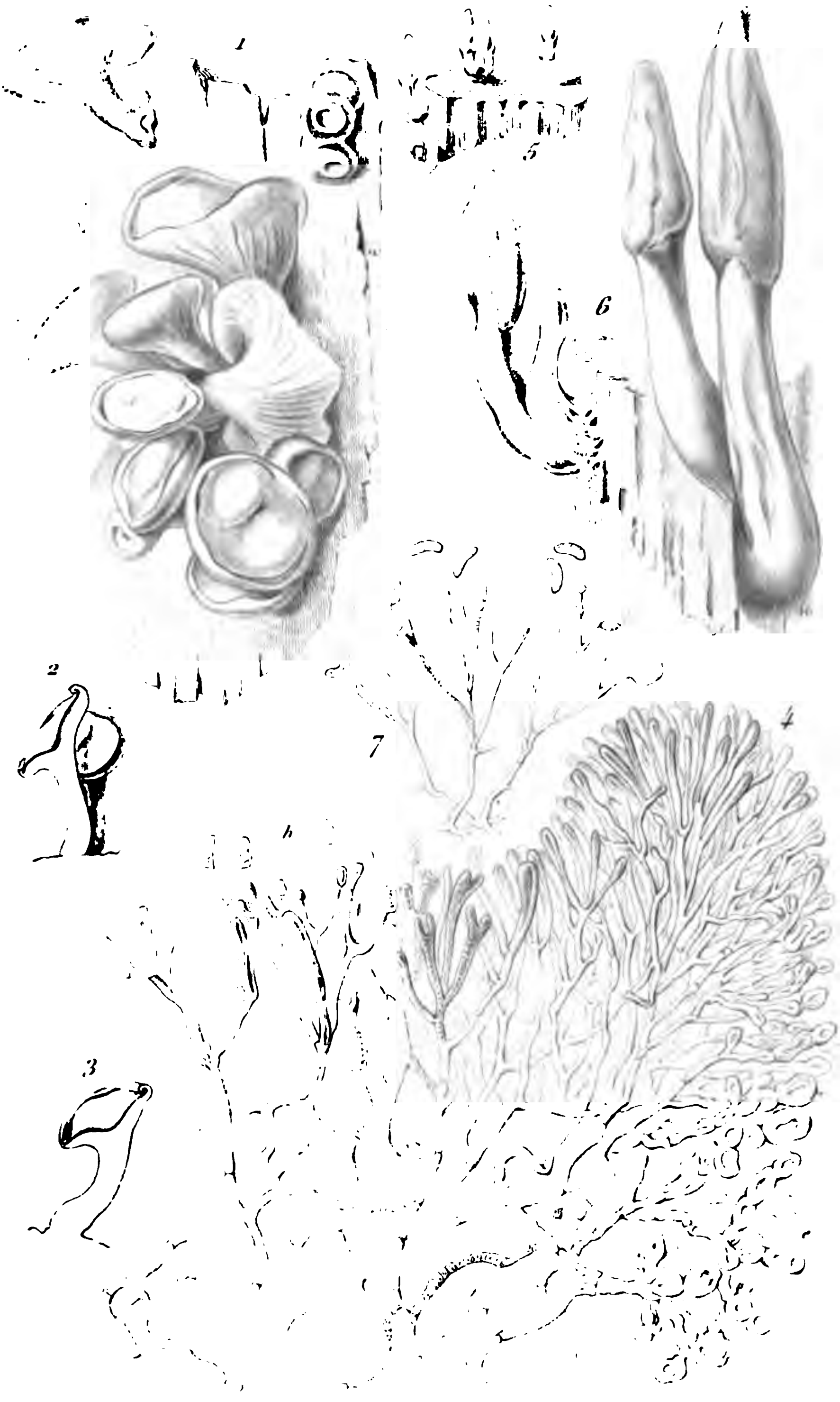
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



Ed. Janczewski del. Pie

Développement de l'Ascobolus furfuraceus

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris.



Tulasne del. Pierre sc

Guepinia Peziza Tul.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



Tulasne del. Pierre sc.

Hypochnus — Corticium — Sebacina — Guepinia.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade 15, Paris.



Tulasne del. Pierre sc.

Tremella Cerasi.

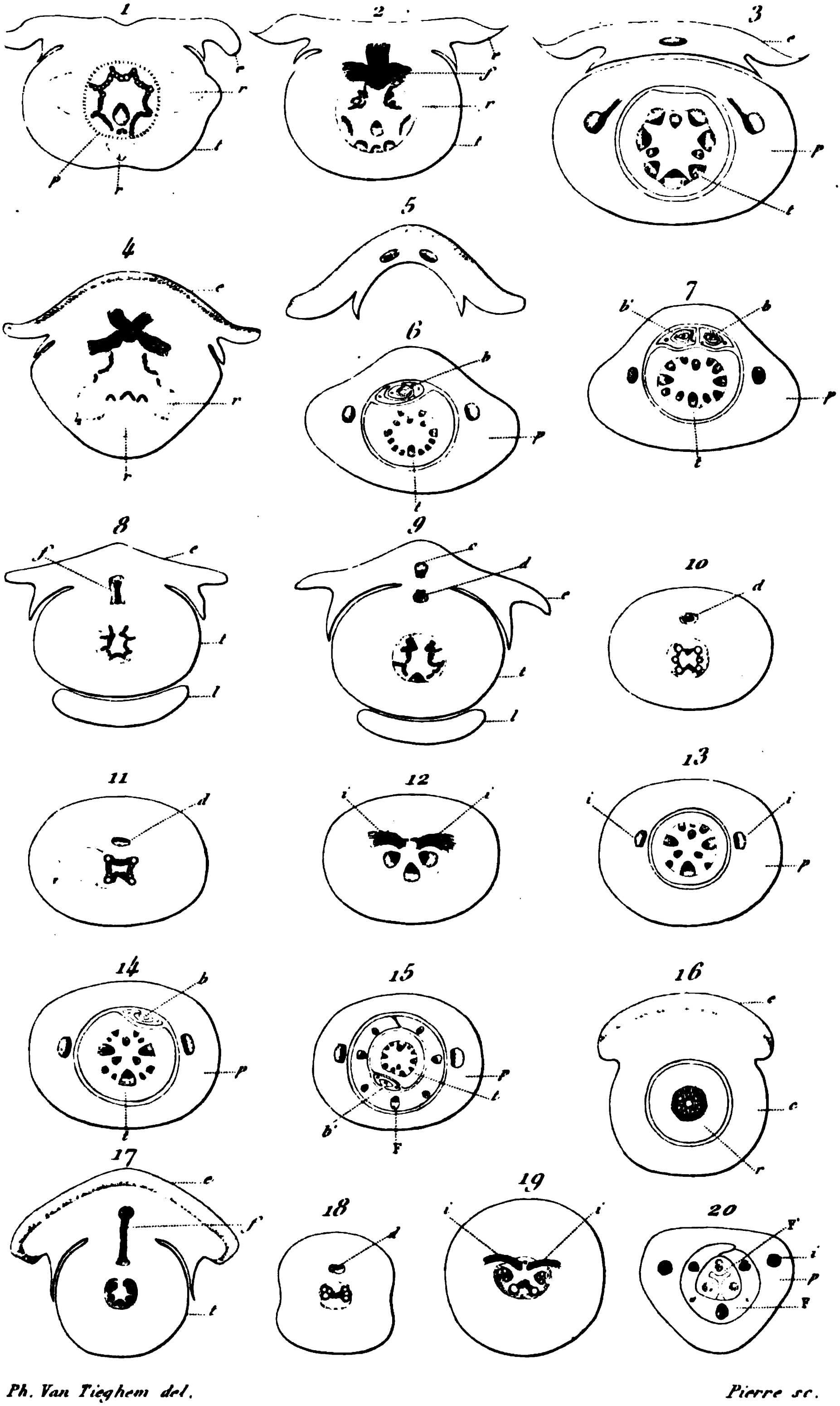
Imp. A. Salmon r. Nelle Estrapade 15 Paris



Tulasne del. Pierre sc.

Ptychogaster – Pilacre.

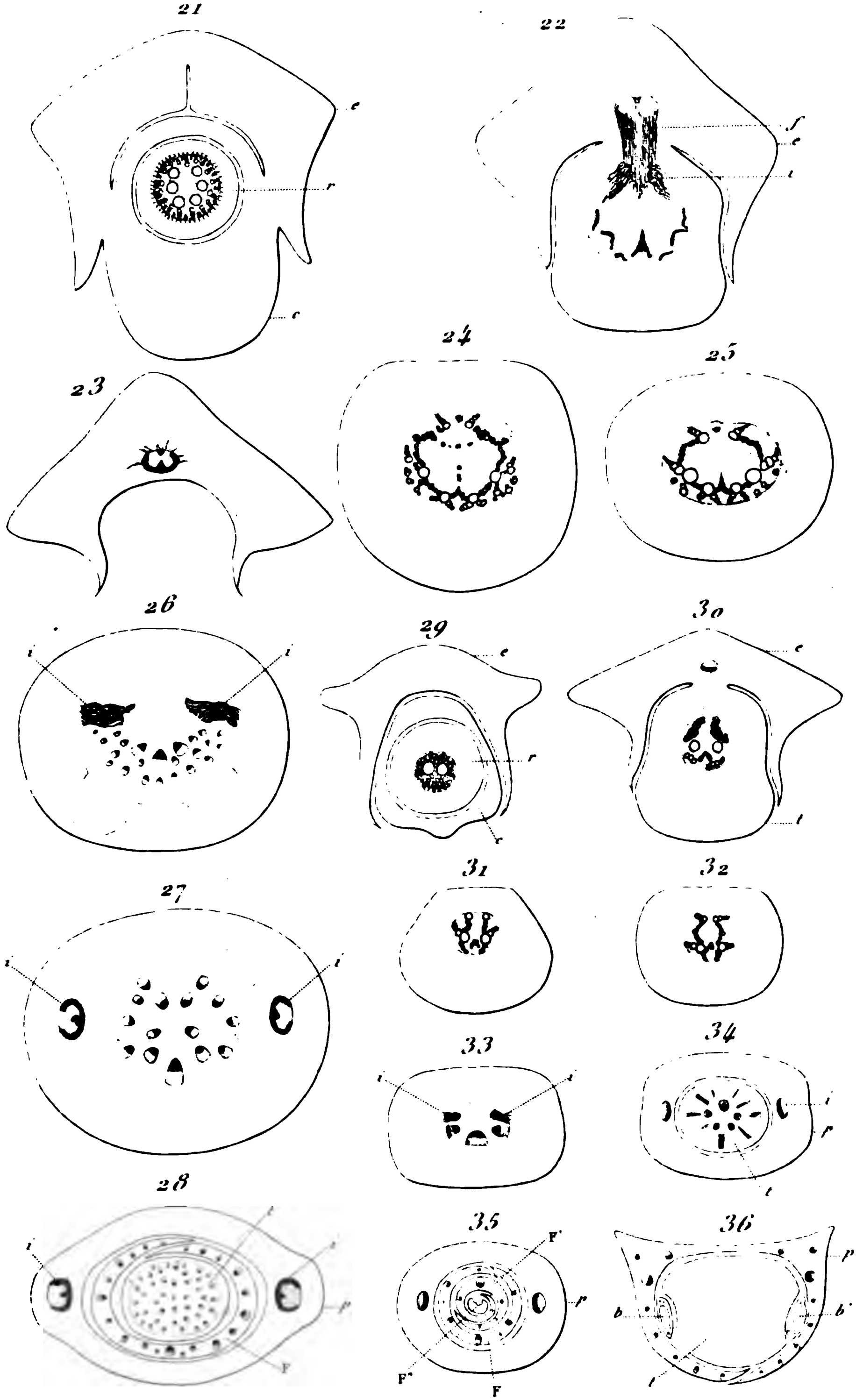
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris



Ph. Van Tieghem del. Pierre sc.

Cotylédon des Graminées.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



Ph. Van Tieghem del. *Pierre sc.*

Cotylédon des Graminées.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

ment l'un à l'autre par la même relation anatomique que dans le Blé. Cette connexion anatomique présente, en effet, dans tous les cas trois temps successifs qui caractérisent le nœud d'insertion du cotylédon tout entier sur la tigelle : 1° Le faisceau s'échappe du cylindre central, se dédouble d'avant en arrière en une branche externe à trachées en dedans et une branche interne à trachées en dehors, et la branche externe se rend à l'écusson. 2° La branche interne se divise à son tour latéralement en deux moitiés qui divergent aussitôt horizontalement à droite et à gauche, en rasant les flancs du cylindre central. 3° Enfin, ces deux branches achèvent de contourner le cylindre central, se relèvent presque en face l'une de l'autre, et pénètrent dans la piléole, qui se détache aussitôt. Dans le *Stipa*, le Blé, le Seigle, l'Orge, etc., ces trois temps se suivent sans interruption, c'est-à-dire qu'il ne se fait pas entre eux d'accroissement intercalaire, et par conséquent le nœud cotylédonaire est très-court. Dans le Ray-grass, au contraire, et dans les nombreuses Graminées que nous verrons se comporter de même, il y a un intervalle assez considérable entre le premier et le second temps, tandis que le second et le troisième sont presque simultanés; en d'autres termes, il s'y fait un puissant accroissement intercalaire sur la partie de la connexion comprise entre le dédoublement antéro-postérieur du faisceau cotylédonaire et la bifurcation latérale de sa branche interne, pendant que cet accroissement est nul sur les autres parties. Il en résulte que le nœud cotylédonaire y acquiert une grande longueur, et qu'il possède un faisceau cortical inverse. Ce nœud commence par l'insertion de la partie médiane de la feuille cotylédonaire et se termine par l'insertion de sa gaîne bistipulaire. Ce n'est donc pas un entre-nœud, comme on serait porté à le croire, qui existe entre l'écusson et la piléole, mais bien un nœud allongé qui unit l'un à l'autre, et cette circonstance explique l'organisation singulière de la tige dans cet intervalle.

Un grand nombre de genres de Graminées appartenant à plusieurs tribus différentes se comportent comme l'Ivraie, c'est-à-dire possèdent entre l'écusson et la piléole un intervalle de

tige plus ou moins long avec faisceau cortical inverse, et ne développent qu'une racine principale à la germination. Nous citerons : parmi les Festucacées, les *Bromus mollis*, *Festuca elatior*, *Briza gracilis*, *Poa pratensis*, etc. ; parm' les Agrostidées, l'*Agrostis stolonifera;* parmi les Phléoïdées, '*Alopecurus pratensis;* parmi les Phalaridées, les *Phalaris canariensis* (pl. 13, fig. 16-20), *Anthoxanthum odoratum;* parm les Oryzées, l'*Oryza sativa;* parmi les Avénacées, enfin, les *Lagurus ovatus*, *Holcus lanatus*, etc.

C'est encore absolument de mê e que les choses se passent dans l'*Avena sativa* (pl. 13, fig. 8-15), avec cette seule différence que la tigelle de cette plante produit a sa base, au-dessous de l'insertion vasculaire de l'écusson et de chaque côté, plusieurs racines adventives. L'Avoine forme souvent trois racines latérales superposées et deux en avant, en tout huit racines adventives. Elle présente comme le *Stipa*, le Blé, etc., à l'opposite de l'écusson, une languette exclusivement parenchymateuse qui se trouve déjà entièrement séparée de la tige au-dessous du point de départ du faisceau cotylédonaire. Le cylindre central du nœud allongé y est plus large que dans la plupart des Graminées précédentes; aussi les vaisseaux étroits qui relient les quatre gros vaisseaux périphériques ne confluent-ils plus au centre ; ils forment deux V, l'un en avant, l'autre en arrière et entre les pointes de ces V se trouve un tissu formé de cellules conjonctives allongées. Le cylindre central des plantules de Riz présente le même développement. En outre, la gaîne bistipulaire de l'Avoine possède ordinairement, comme les feuilles suivantes, un bourgeon dévié.

La même conclusion s'applique donc à toute cette nombreuse série de Graminées, et les faits anatomiques qu'elle présente dérivent de ceux de la première série par un puissant accroissement intercalaire qui porte sur une certaine région du nœud cotylédonaire et qui dissocie les deux parties constituantes du cotylédon, sa partie médiane appelée écusson, de sa gaîne bistipulaire appelée piléole.

C'est par un semblable accroissement intercalaire, mais por-

tant sur une région un peu plus élevée du nœud, que la troisième série de Graminées diffère, comme nous allons le voir, des deux précédentes.

3. *La piléole s'insère sur la tigelle à une certaine distance de l'écusson, mais elle n'est pas, dans l'intervalle, reliée à l'écusson par un faisceau libéro-vasculaire cortical.* — Le Maïs, le Sorgho, le Panis et l'Eleusine, avec une racine principale sans racines adventives, et la Larmille, avec des racines adventives latérales, nous serviront d'exemples pour cette troisième modification (pl. 14, fig. 21-35).

Zea Mays. — Pratiquons dans une plantule de Maïs en voie de germination une série de coupes à partir de la coléorhize jusqu'au-dessus de l'insertion de la piléole (pl. 14, fig. 21–28).

Une section transversale qui traverse la coléorhize au-dessus de sa déchirure nous montre : 1° la racine principale avec ses nombreuses (15-20) files vasculaires centripètes, dont quelques-unes (5–7) seulement sont munies d'un gros vaisseau intérieur séparé des autres par quelques cellules allongées, ses nombreux groupes de cellules libériennes alternes avec les rayons vasculaires, et son tissu conjonctif qui réunit l'un à l'autre les deux systèmes de faisceaux et remplit toute la partie centrale; 2° la coléorhize, exclusivement cellulaire, mais plus épaisse du côté opposé à l'écusson; 3° la région inférieure de la partie descendante de l'écusson encore dépourvue en ce point de faisceaux vasculaires, adhérant à la coléorhize seulement par ses bords et libre sur tout le reste de sa face interne, où elle est divisée presque complétement en deux par un sillon médian. On sait que cette bifurcation de la partie descendante se rencontre fréquemment dans les cotylédons d'autres végétaux, notamment dans ceux des Amentacées.

Une section un peu supérieure au passage anatomique de la racine principale à la tige montre l'écusson en continuité de tissu avec le parenchyme cortical de la tige sur toute sa face postérieure et libre seulement par ses extrêmes bords. Il est par-

couru par une dizaine de faisceaux descendants qui se perdent plus bas en s'amincissant, et dont nous allons tout à l'heure retrouver le point d'origine. Le parenchyme cortical de la tige présente une forte proéminence en avant entre les deux bords de l'écusson.

Si l'on s'élève à partir de ce niveau, on voit qu'il se détache bientôt du cercle vasculaire, au point correspondant à la ligne médiane de l'écusson, un faisceau qui se trifurque aussitôt; sa branche médiane traverse horizontalement le parenchyme cortical et pénètre dans l'écusson, tandis que les latérales divergent et viennent se replacer sur les côtés sans quitter le cylindre central. L'écusson est libre à cette hauteur sur presque toute sa surface et ne tient à la tige que par sa région médiane où pénètre le faisceau. Parvenu dans l'écusson, ce faisceau se montre pourvu de trachées, non-seulement sur la moitié interne de son pourtour avec une pointe médiane qui rentre en dedans, mais encore au milieu de son bord externe. Il produit d'ailleurs immédiatement quelques branches qui descendent aussitôt dans la partie inférieure et plus ou moins adhérente de l'écusson, tandis qu'il s'élève lui-même en demeurant simple dans la partie ascendante et entièrement libre de cet organe. Un peu au-dessus du niveau où s'échappe le faisceau destiné à l'écusson, la bosse parenchymateuse que la tigelle projette en face de lui cesse brusquement, de sorte que l'axe présente en ce point un étranglement subit.

Ainsi, premier point établi, l'écusson du Maïs est bien le cotylédon uninervié de la plante. Mais est-ce tout le cotylédon ? C'est ce qui nous reste à examiner.

Au-dessus de l'émergence du faisceau cotylédonaire, la tige possède une structure remarquable. Tous les faisceaux libéro-vasculaires sont réunis par leurs éléments libériens en un cylindre continu enveloppé par la membrane protectrice, mais interrompu cependant en face de l'écusson, où l'espace vide est en partie occupé par un petit fascicule libre. Les vaisseaux forment trois pointes saillantes dans le parenchyme conjonctif central. Cette structure singulière se conserve dans toute la longueur

de l'intervalle entre l'écusson et la piléole, sans que le parenchyme cortical présente en aucun point de faisceau solitaire inverse.

Sous la piléole les choses changent brusquement. D'abord on voit s'échapper du cylindre central à droite et à gauche, du côté de l'écusson, un gros faisceau qui se relève dans le parenchyme cortical; ces deux faisceaux partent de deux points non diamétralement opposés, mais beaucoup plus rapprochés du côté de l'écusson. Bientôt après, la zone externe du parenchyme se sépare circulairement du reste de l'écorce, emportant avec elle ces deux faisceaux qui paraissent alors presque diamétralement opposés et qui présentent la même forme et la même organisation que celui de l'écusson; la piléole est désormais distincte. En même temps le système libéro-vasculaire de la tige, jusque-là confondu en un cylindre creux, se dissocie en multiples faisceaux libéro-vasculaires qui sont indépendants les uns des autres dans la moelle centrale, et qui se rendent aux feuilles vertes successives.

Les deux faisceaux de la piléole du Maïs paraissent donc n'avoir aucun rapport avec le faisceau de l'écusson et s'échapper de l'axe, chacun de son côté, et indépendamment. Mais rappelons-nous que dans le Blé et dans toutes les Graminées de la première section, les deux branches latérales du faisceau trifurqué rasent d'abord la surface du cylindre central avant de s'en dégager pour entrer dans la gaîne, et que dans les Graminées du second groupe ces deux branches, longtemps réunies en un seul faisceau cortical inverse, se comportent de même sous l'insertion de la piléole. Nous verrons alors qu'il suffit qu'entre le second et le troisième temps de la connexion anatomique du Blé un intervalle se produise pendant que le premier et le second temps demeurent presque simultanés, en d'autres termes, que l'accroissement intercalaire porte exclusivement sur la région du nœud où les branches latérales sont encore en contact avec le cylindre central, mais sur le point de s'en dégager, pour que l'on obtienne l'organisation en apparence si différente du Maïs. L'intervalle qui sépare l'écusson de sa gaîne bistipulaire n'est

donc pas un entre-nœud, mais simplement le nœud cotylédonaire fort allongé, ce qui explique sa structure.

Sorghum vulgare. — Comme le Maïs, le Sorgho (fig. 29-35) ne développe à la germination qu'une seule racine principale. Entre l'écusson et la gaîne il y a aussi un intervalle qui peut dépasser 6 centimètres de longueur. L'écusson présente une partie descendante, indépendante de la coléorhize sur laquelle elle s'étend, et qui paraît dépourvue de branches vasculaires. En remontant peu à peu, on dépasse la limite entre la racine et la tige, puis on voit se détacher du cylindre central un faisceau qui traverse horizontalement l'écorce et pénètre dans l'écusson, où il se relève sans se diviser; ce dernier se sépare aussitôt. Après le départ de ce faisceau, le cylindre central demeure largement ouvert au point correspondant. Dans tous les autres points les faisceaux se trouvent intimement unis par leur partie libérienne, et cette union se conserve jusque sous la piléole. Là on voit s'échapper de chaque côté un faisceau qui vient se relever dans la zone externe de l'écorce; ces deux faisceaux ne sont pas diamétralement opposés, mais plus rapprochés du côté de l'écusson. Puis cette zone externe se sépare du reste de l'écorce et la gaîne est libre avec ses deux faisceaux. En même temps le système vasculaire de la tige se dissocie en faisceaux séparés, et sept d'entre eux émergent pour former la première feuille verte.

Dans le *Panicum miliaceum* et l'*Eleusine Coracana*, les choses se passent exactement comme dans le Maïs et le Sorgho, c'est-à-dire que l'intervalle entre l'écusson et la piléole y est dépourvu de faisceau cortical inverse. Les deux points d'émergence des faisceaux de la piléole y sont fort rapprochés l'un de l'autre en face de l'écusson.

Coix lacryma. — Enfin, la Larmille présente un intérêt particulier, parce qu'elle produit, outre sa racine principale, deux racines adventives insérées à droite et à gauche de l'écusson. L'écusson y reçoit encore un faisceau, et le cylindre central demeure dans tout l'intervalle entre l'écusson et la gaîne, ouvert au point correspondant, sans trace de faisceau cortical. Sous la gaîne un

faisceau s'échappe du cylindre, de chaque côté, pour se rendre dans la zone externe de l'écorce, qui se sépare immédiatement. En même temps les faisceaux de la tige s'isolent et se rendent plus haut en nombre impair dans chacune des feuilles successives.

Aucune des plantes qui précèdent n'a de languette opposée à l'écusson, et je n'ai pas vu de bourgeon à la piléole.

En résumé, les cinq genres que nous venons d'étudier, *Zea*, *Sorghum*, *Panicum*, *Eleusine*, *Coix*, forment dans la famille des Graminées une troisième section caractérisée par une disposition anatomique spéciale, et qui se relie à la seconde section de la même manière que celle-ci à la première, c'est-à-dire par un allongement du nœud cotylédonaire. Seulement cet allongement du nœud porte sur une région différente, et il a pour résultat de dissocier d'une façon plus considérable que dans la seconde section, les deux parties essentielles du cotylédon, sa partie médiane hypogée (écusson) et sa gaîne bistipulaire épigée (piléole). Cette dissociation est telle que si l'on n'avait commencé par étudier successivement les plantes de la première et de la seconde section, il eût été impossible de retrouver dans celles de la troisième le lien de dépendance qui unit ces deux parties et la signification nodale de l'intervalle de tige qui les sépare. Avec l'étude seule des plantes de cette troisième section, la question que nous avons posée au début fût demeurée sans solution.

4. *Résumé et conclusions.* — Le cotylédon des Graminées présente donc dans toutes les plantes de la famille les mêmes caractères fondamentaux et la même relation essentielle avec la tige. Il est toujours formé : 1° d'un limbe hypogé plus ou moins engaînant et uninervié (écusson, hypoblaste), qui détache souvent la partie opposée de sa gaîne sous forme d'une petite languette ou collerette libre et exclusivement cellulaire (lobule, épiblaste); 2° d'une double stipule unie bord à bord en avant et en arrière en une gaîne blanche épigée qui protége la gemmule (piléole). Cette gaîne bistipulaire possède deux faisceaux libéro-vasculaires

qui ne sont, en définitive, que des branches latérales du faisceau cotylédonaire total, dont la nervure de l'écusson est la branche médiane. Stérile quelquefois, le cotylédon ainsi constitué porte dans certains cas, comme les feuilles suivantes, un bourgeon axillaire plus ou moins dévié, situé à l'aisselle de sa gaîne bistipulaire, ou même deux bourgeons collatéraux.

Mais, sous le rapport de son mode d'insertion, le cotylédon des Graminées présente trois modifications anatomiques. Tantôt le nœud cotylédonaire est très-court et la gaîne s'insère immédiatement au-dessus de l'écusson (*Triticum*, *Stipa*, *Secale*, *Hordeum*, *Ægilops*, etc.). Tantôt le nœud cotylédonaire s'allonge par suite d'un accroissement intercalaire, et alors de deux choses l'une: Ou bien cet accroissement intercalaire porte sur la région inférieure de la connexion anatomique; la gaîne est alors séparée de l'écusson, mais elle lui demeure reliée à travers le parenchyme cortical du nœud par un faisceau libéro-vasculaire à vaisseaux externes qu'on peut regarder comme provenant de l'union des deux branches latérales du faisceau cotylédonaire (*Lolium*, *Bromus*, *Agrostis*, *Alopecurus*, *Phalaris*, *Oryza*, etc., etc.). Ou bien l'accroissement intercalaire porte sur une région de la connexion située plus haut; alors la gaîne est encore séparée de l'écusson par un long intervalle, mais sans conserver avec lui de lien vasculaire à travers l'écorce, et l'on pourrait croire que son insertion sur la tige se fait d'une manière indépendante (*Zea*, *Panicum*, *Sorghum*, *Eleusine*, *Coix*, etc.).

Tel est le résultat de l'étude anatomique des plantules graminées. Si l'on se reporte à l'historique, on verra que c'est à peu près la manière dont Gærtner paraît avoir conçu la nature complexe du cotylédon, bien qu'il n'ait donné aucune explication à cet égard, et que sa considération inutile du *vitellus* ait jeté sur le sujet une confusion où l'on a quelque peine à retrouver sa véritable pensée. Les autres observateurs, au contraire, paraissent n'avoir entrevu qu'une partie de la vérité. L'écusson est bien le cotylédon, comme l'admettaient Malpighi, Mirbel, etc., mais il n'est pas le cotylédon tout entier, même si l'on y joint, avec Schleiden, Schacht, etc., la petite languette opposée. La piléole

est aussi le cotylédon, comme le voulaient L. Cl. Richard et ses adhérents; mais elle n'est pas le cotylédon tout entier (1). Écusson avec le lobule opposé, quand il existe, et piléole, sont deux parties de la même feuille, qui est le cotylédon de la plante. Dès lors disparaissent les objections qui rendent inadmissibles toutes ces solutions partielles, et qui ne s'adressent qu'à ce qui manque à chacune pour être complète.

III

Comparaison de la feuille cotylédonaire avec les autres feuilles de la plante.

La composition de la feuille cotylédonaire des Graminées étant bien comprise, cherchons à la rattacher aux autres appendices de la plante, notamment à la feuille végétative et à la feuille mère du rameau floral.

La feuille végétative des Graminées se compose d'une gaîne, d'un limbe et d'une ligule insérée au point de jonction de la gaîne et du limbe. Cette dernière partie est ordinairement peu développée, privée de chlorophylle et de stomates, et exclusivement parenchymateuse; mais dans quelques cas, comme M. Duval-Jouve l'a montré récemment pour le *Psamma arenaria*, elle atteint jusqu'à 4 centimètres de longueur, et possède alors des nervures latérales le long desquelles se forment de la chlorophylle et des stomates. La ligule représente donc bien une double stipule axillaire et engaînante. De ces trois parties constitutives de la feuille, c'est la gaîne que se forme la dernière, et elle est produite par un accroissement intercalaire qui soulève le limbe et la ligule.

Comparée à cette feuille végétative, la feuille cotylédonaire se montre dépourvue de gaîne, c'est-à-dire de cette partie qui se

(1) Nous avons cité, page 240, la phrase suivante de L. Cl. Richard : « Il est incontestable que le tube du *Canna* appartient au cotylédon; donc celui des Graminées est aussi formé par le cotylédon. » L'analogie qui a frappé L. Cl. Richard est parfaitement juste, et il suffit de l'exprimer d'une manière plus rigoureuse, en écrivant : « Il est incontestable que le tube du *Canna* appartient au cotylédon, donc celui des Graminées appartient aussi au cotylédon », pour énoncer la vraie solution.

développe en dernier lieu par l'effet d'une rapide multiplication des cellules à la base même de l'organe. Elle est frappée d'un arrêt de développement. Son limbe sessile s'allonge peu et se transforme pour donner l'écusson. Mais, en revanche, sa ligule, également sessile, atteint une dimension beaucoup plus grande que dans la feuille végétative de la plupart des plantes et de même ordre que la ligule des feuilles du *Psamma arenaria;* elle est pourvue de deux nervures latérales le long desquelles elle acquiert de la chlorophylle et des stomates ; elle constitue la piléole.

De son côté, la feuille mère, du rameau floral ou, comme on l'appelle généralement, la glumelle inférieure de la fleur, se compose de trois parties distinctes, dont un récent travail de M. Duval-Jouve (1) nous a fait mieux connaître la structure, le mode de développement et la valeur morphologique. La région de l'organe inférieure au point d'insertion de l'arête est munie de trois nervures et correspond à la gaîne de la feuille végétative. L'arête qui reçoit le faisceau médian de la gaîne correspond au limbe de la feuille végétative. Enfin, la région de l'organe supérieure au point d'attache de l'arête, souvent bifide, toujours dépourvue de nervure médiane et où se prolongent les deux nervures latérales de la gaîne, est une ligule plus développée que celle de la feuille végétative, semblable par sa structure à celle du *Psamma arenaria.* De ces trois parties constitutives dont le développement relatif est très-inégal suivant les plantes, les deux dernières, c'est-à-dire l'arête et la ligule, apparaissent tout d'abord et en même temps. La région inférieure à l'insertion de l'arête ne se forme que plus tard, et même dans certaines plantes elle ne s'allonge que très-peu ou pas du tout, de sorte que l'arête et la région supérieure de la glumelle y sont et y demeurent sessiles. Dans ce dernier cas l'analogie de composition est complète entre la feuille cotylédonaire et la feuille mère du rameau floral. L'écusson de l'une répond à l'arête de l'autre, et la piléole de la première correspond, avec un développement encore plus grand, à la ligule binerviée de la seconde.

(1) *Étude anatomique de l'arête des Graminées* (*Mém. de l'Acad. des sciences et lettres de Montpellier*, 1871).

De la feuille végétative on passe donc à la glumelle inférieure de la fleur par une transformation du limbe, un plus grand développement de la ligule et un moindre allongement de la gaîne, et il suffit de faire un pas de plus dans la même voie pour passer de la glumelle inférieure de la fleur au cotylédon de l'embryon. Il y a unité de composition.

Néanmoins nous savons que la feuille cotylédonaire présente chez un grand nombre de Graminées un caractère singulier et dont je ne connais pas d'exemple dans les autres feuilles des plantes de cette famille. C'est la dissociation du limbe (écusson) et de sa ligule bistipulaire (piléole), provoquée par un accroissement intercalaire de la tige, par une élongation du nœud cotylédonaire, dont le limbe occupe le bord inférieur et la ligule le bord supérieur.

IV

Orientation de l'embryon sur la plante mère.

Nous venons de voir que, dans toutes les Graminées, la feuille cotylédonaire, formée de deux parties, ne reçoit de la tige qu'un faisceau trifurqué. La seconde feuille reçoit ordinairement sept faisceaux, dont un médian, et elle est insérée à 180 degrés de la première ; ainsi des autres. Toutes les feuilles de la tige principale ayant ainsi leurs nervures médianes dans un seul et même plan, il n'est pas sans intérêt de rechercher quelle est la position de ce plan des feuilles de la plante nouvelle : 1° par rapport au plan de symétrie de la graine ; 2° par rapport à la bractée-mère de la fleur de l'organisme ancien qui a produit cette graine.

Le sillon de la graine marquant la position du raphé, on voit que le plan qui contient l'axe de la tigelle et la nervure médiane du cotylédon, et par conséquent le plan des feuilles de la plante nouvelle, coïncide avec le plan de symétrie de la graine, c'est-à-dire du lobe de la feuille carpellaire dont la transformation a produit l'ovule. Ensuite, si nous redressons cet ovule, nous voyons que le cotylédon se trouve inséré, sur la tigelle renversée, à 180 degrés du lobe séminal. La première feuille de l'être nouveau fait donc, avec le lobe foliaire de l'être ancien où il

est né, un angle de divergence de 180 degrés, divergence qui se conserve ensuite entre toutes les feuilles successives de cet être nouveau.

Considérons maintenant les choses par rapport à la bractée mère de la fleur. La graine présente son sillon, et par conséquent l'embryon tourne son cotylédon du côté de la bractée postérieure et binerviée de la fleur (glumelle supérieure). Si donc, négligeant tous les intermédiaires, nous passons de la bractée mère ou glumelle inférieure, à l'embryon dressé qui se trouve à son aisselle, nous voyons que la première feuille de cet embryon est, sur sa tigelle, située à 180 degrés de la bractée mère. Le plan des feuilles de la plante nouvelle coïncide ainsi avec le plan des feuilles du rameau qui la porte, et dans le passage de l'un à l'autre la divergence se conserve. En d'autres termes, sur l'embryon considéré comme production axillaire de la bractée mère de la fleur, le distique s'établit longitudinal, avec une divergence de passage de 180 degrés, tandis que sur un rameau végétatif il s'établit transversal par rapport à la feuille mère, avec une divergence de passage de 90 degrés.

V

Sur le cotylédon des Cypéracées.

L'organisation et le mode d'insertion du cotylédon des Graminées étant bien connus par ce qui précède, il est nécessaire de rechercher maintenant si les choses se passent de même dans les Cypéracées. Comme celui des Graminées, l'embryon des Cypéracées possède, en effet, un écusson latéral appliqué contre l'albumen, et sa gemmule est coiffée par une gaîne conique ou piléole superposée à l'écusson. Comme dans les Graminées, la valeur morphologique de ces deux parties a été et est encore aujourd'hui très-diversement appréciée. Ainsi, par exemple, Mirbel tient l'écusson pour le cotylédon tout entier et la piléole pour la seconde feuille de la plante, tandis que pour Adr. de Jussieu, l'écusson n'étant qu'une expansion latérale de la tigelle, la piléole devient le cotylédon tout entier.

Pour décider la question, cherchons en prenant pour exemple le *Cyperus reflexus*, comment le système vasculaire se distribue dans la plantule en voie de germination.

Entre l'écusson, qui demeure inclus dans la graine, et la piléole, qui est amenée à la lumière, il se développe dans le Souchet, comme dans la majorité des Graminées, un intervalle de tige qui, dans l'espèce considérée, peut atteindre un centimètre de longueur (1). C'est toute cette région critique, comprise entre la base du pivot et l'insertion de la première feuille verte, qu'il faut étudier avec soin.

La limite entre la racine principale et la tige est nettement accusée au dehors, car on passe brusquement de l'épiderme grisâtre et hérissé du pivot à l'épiderme blanc et lisse de la tigelle. Un peu au-dessus de cette limite, il s'échappe du cylindre central de la tigelle un faisceau libéro-vasculaire qui traverse le parenchyme cortical et se rend dans l'écusson. Après y être entré, ce faisceau se dédouble dans le plan du rayon, et tandis que la branche externe continue la direction primitive et s'enfonce de plus en plus profondément dans la graine, l'autre revient dans la tige, et s'y relève dans le parenchyme cortical en tournant en dehors ses quelques vaisseaux annelés et en dedans ses cellules libériennes. Ce faisceau cortical inverse parcourt tout l'intervalle entre l'écusson et la piléole sans contracter aucun lien avec le cylindre central. Parvenu à l'insertion de la gaîne piléolaire, il s'y rend tout entier, chemine dans toute sa longueur sans se diviser, et vient se terminer dans un petit prolongement libre superposé à l'écusson. C'est au niveau d'insertion de la piléole que prennent naissance les racines adventives : la première apparaît sous la piléole, la suivante sous la première feuille verte qui reçoit de la tige trois faisceaux, et ainsi des autres.

On voit qu'il existe entre l'écusson et la piléole des *Cyperus* un lien vasculaire qui fait de ces deux parties superposées une seule et même feuille, le cotylédon de la plante, et que l'intervalle de tige qui sépare ces deux parties du cotylédon est dû à une simple

(1) Il en est de même dans les *Carex*. Voyez Mirbel, *Éléments*, 1815, pl. 59, fig. 5.

élongation du nœud. Les choses s'y passent donc comme dans les Graminées de la seconde section, c'est-à-dire comme dans la majorité des plantes de cette famille. Il n'y a qu'une différence, c'est qu'ici le faisceau cortical inverse se rend directement, sans se dédoubler ni changer de direction, dans la piléole uninerviée.

Cette piléole n'en est pas moins une gaîne bistipulaire, car si nous nous rappelons que les branches vasculaires latérales de deux feuilles opposées peuvent s'unir deux à deux pour former les nervures médianes de deux folioles bistipulaires alternes avec ces feuilles, comme dans le *Galium cruciatum*, par exemple, nous concevrons facilement que les deux branches vasculaires latérales de la même feuille puissent s'unir en face d'elle pour former une gaîne bistipulaire uninerviée, superposée à cette feuille.

VI

Sur le cotylédon de quelques autres Monocotylédones.

Nous venons de voir que dans les Graminées et les Cypéracées le cotylédon ne reçoit de la tige qu'un seul faisceau qui se partage aussitôt entre le limbe hypogé et la gaîne bistipulaire ascendante, de manière que chacune de ces deux parties ait désormais son système vasculaire propre. Il n'est pas sans intérêt de rechercher, en terminant ce travail, comment s'opère dans quelques autres Monocotylédones l'insertion vasculaire du cotylédon sur la tigelle, et comment le système vasculaire du cotylédon se distribue dans les diverses parties qui peuvent entrer dans la composition de cet organe.

Rappelons-nous d'abord les principales différences que les Monocotylédones présentent dans leur mode de germination. Ces différences dérivent de deux sources distinctes : la présence ou l'absence d'une tigelle hypocotylée et l'organisation variable du cotylédon lui-même.

Quelquefois, en effet, la tigelle se développe au-dessous de la base du cotylédon, qu'elle reporte à une assez grande distance de la limite qui sépare la racine principale de la tige (*Asphodelus*

tenuifolius, Tradescantia virginica, Commelyne stricta, Tigridia pavonia, Alisma Plantago). Le plus souvent, au contraire, l'allongement de la tigelle est nul, et le cotylédon s'insère très-près de cette limite (*Allium Cepa, Lilium Martagon, Asphodelus ramosus, Phœnix dactylifera, Richardia africana, Iris Monieri*, etc.).

D'autre part, le cotylédon se compose de trois parties : une gaîne inférieure, un limbe qui la continue, et une manchette insérée au point de jonction de la gaîne inférieure et du limbe, manchette que j'appellerai gaîne supérieure du cotylédon parce qu'elle n'est que le prolongement de la gaîne inférieure au-dessus du point de départ du limbe.

Mais le développement relatif de ces trois parties du cotylédon, pendant la germination, est très-inégal, et il en résulte des différences d'organisation qu'on peut classer comme il suit :

1. La gaîne supérieure ne se développe pas.
   - A. La gaîne inférieure prend un accroissement notable.
     - *a.* Le limbe s'allonge beaucoup, se produit à la lumière et verdit. Ex. : *Allium Cepa, Lilium Martagon, Juncus bufonius, Asphodelus tenuifolius, Alisma Plantago.*
     - *b.* Le limbe s'allonge peu et demeure inclus dans la graine. Ex.: *Phœnix dactylifera, Richardia africana, Asphodelus ramosus, Alpinia speciosa.*
   - B. La gaîne inférieure ne prend pas d'accroissement. Le limbe s'allonge peu et demeure inclus. Ex. : *Seaforthia elegans, Arum vulgare.*
2. La gaîne supérieure se développe.
   - A. La gaîne inférieure prend un accroissement notable. Le limbe s'allonge peu et demeure inclus. Ex. : *Bulbine annua, Tradescantia virginica, Commelyne stricta.*
   - B. La gaîne inférieure ne prend pas d'accroissement. Le limbe s'allonge peu et demeure inclus. Ex. : *Iris Monieri, Tigridia pavonia, Yucca gloriosa, Asparagus officinalis, Canna indica.*

C'est à cette dernière catégorie qu'on peut rattacher les Graminées et les Cypéracées.

Cela posé, cherchons quelle est dans ces divers cas la distribution du système vasculaire dans le cotylédon.

S'il n'y a pas de gaîne supérieure, tous les faisceaux vasculaires que la tigelle envoie au cotylédon se rendent directement au limbe après avoir traversé la gaîne inférieure. Tantôt le cotylédon reçoit un seul faisceau qui reste indivis (*Juncus bufonius*), ou qui se fend en deux moitiés qui demeurent rapprochées par leurs pointes vasculaires (*Allium Cepa*, *Lilium Martagon*), ou qui se bifurque en divisant aussitôt chacune de ses branches, de manière à former, par exemple, huit nervures dans le limbe (*Seaforthia elegans*). Tantôt il reçoit deux faisceaux émanés du cylindre central en deux points fort éloignés (*Asphodelus ramosus*), tantôt trois (*Asphodelus tenuifolius*), tantôt un plus grand nombre (*Phœnix dactylifera*).

S'il y a une gaîne supérieure, ou bien cette gaîne est exclusivement parenchymateuse, et les choses se passent comme plus haut avec un seul faisceau (*Iris Monieri*), ou deux (*Bulbine annua*), ou trois (*Asparagus officinalis*); ou bien cette gaîne contient des faisceaux vasculaires, et alors, au moins pour les quelques cas de ce genre qui me sont connus, ces faisceaux sont toujours les mêmes que ceux que l'on rencontre dans le limbe. Ainsi, par exemple, dans les *Tradescantia* et *Commelyne*, la tigelle envoie deux faisceaux au cotylédon. Ces deux faisceaux montent dans la gaîne inférieure ; mais l'un d'eux, parvenu vers la moitié de la longueur totale de la gaîne, s'incurve dans le limbe cotylédonaire, qui s'insère par conséquent sur un des côtés de sa gaîne, tandis que l'autre s'élève jusqu'au sommet de la gaîne supérieure, s'y réfléchit en arcade, et redescend dans la direction du premier faisceau pour pénétrer à son tour dans le limbe inclus. Dans le *Canna indica*, les deux faisceaux médians de la gaîne inférieure pénètrent tout de suite dans le limbe inclus, les autres remontent jusqu'au sommet de la gaîne supérieure, puis redescendent en arcade pour entrer avec les premiers dans le limbe.

Les Graminées et les Cypéracées se distinguent donc des autres

Monocotylédones, au moins de toutes celles que nous venons de passer en revue, par une spécialisation plus grande, une séparation plus profonde entre le limbe et la gaîne supérieure. Chacune de ces parties du cotylédon y a, en effet, ses faisceaux propres qui ne font pas retour à l'autre, tandis que chez les autres Monocotylédones, même quand la gaîne supérieure est le plus développée possible et pourvue de faisceaux vasculaires, ces faisceaux font toujours retour au limbe. Il n'en est pas moins vrai qu'il y a toute une série de transitions entre les deux états extrêmes présentés par le cotylédon des Monocotylédones, celui où la gaîne supérieure n'existe pas, comme dans l'Ail et le Lis, et celui où cette gaîne supérieure prend par rapport au limbe non-seulement une grande prédominance, mais encore une indépendance presque complète, comme dans les Graminées et les Cypéracées.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

Triticum sativum.

Fig 1. Section transversale de la plantule au-dessus de l'insertion des racines adventives de germination. — *e*, bords libres de la partie descendante de l'écusson; *t*, tigelle contenant dans son parenchyme cortical trois nouvelles racines adventives très-jeunes. Le cylindre central de la tigelle, enveloppé par la membrane protectrice *p*, a ses vaisseaux disposés en un certain nombre d'arcs superposés à autant de groupes de cellules libériennes; il est donc formé de faisceaux libéro-ligneux encore contigus.

Fig. 2. Section transversale de la plantule passant par le point d'émergence du faisceau cotylédonaire — *e*, écusson; *t*, tigelle; *f*, faisceau trifurqué s'échappant du cylindre central; la branche médiane se rend à l'écusson, les deux latérales vont se relever dans la piléole.

Fig. 3. Section supérieure à la précédente. — *e*, écusson entièrement libre avec son faisceau médian; *p*, piléole entièrement séparée de la tige *t*, munie de deux faisceaux libéro-vasculaires qui proviennent du même faisceau primitif que la nervure médiane du cotylédon.

Dans ces trois figures, le lobule antérieur a été supprimé.

Hordeum vulgare.

Fig. 4. Section transversale de la plantule passant par le point d'émergence du faisceau cotylédonaire. — *e*, partie descendante de l'écusson, dont les bords seuls sont

libres; elle est revêtue, comme la partie ascendante, d'un épiderme à cellules allongées perpendiculairement à la surface; cet épiderme spécial se retrouve sur l'écusson de toutes les Graminées. Le faisceau cotylédonaire se divise en quatre au point même où il émerge; les deux branches externes se rendent à l'écusson où elles se relèvent côte à côte; les deux internes se dirigent horizontalement en sens inverse, rasent le cylindre central et se relèvent presque en face l'une de l'autre dans la piléole; *r*, *r*, jeunes racines adventives.

Fig. 5. Écusson, libre désormais, avec ses deux faisceaux, qui ne tardent pas à se diviser latéralement.

Fig. 6. Section de la plantule immédiatement au-dessus de l'insertion de l'écusson. — *p*, piléole séparée de la tige *t* et munie de ses deux faisceaux libéro-vasculaires; *b*, bourgeon axillaire de la piléole, un peu dévié latéralement.

Fig. 7. Section transversale d'une autre plantule au même niveau. — La piléole *p* est munie de deux bourgeons collatéraux *b*, *b'*; chacun d'eux a sa première feuille simple tournée du côté où il est dévié.

Avena sativa.

Fig. 8. Section transversale de la plantule au niveau d'émergence du faisceau cotylédonaire. — *e*, écusson; *l*, lobule; *t*, tigelle. Le faisceau cotylédonaire simple *f* se dédouble d'avant en arrière en traversant le parenchyme cortical.

Fig. 9. Section suivante. — Le dédoublement est opéré. La branche externe *c* s'élève, trachées en dedans, dans l'écusson, qui ne tient plus à la tigelle que par une petite surface, et s'en sépare aussitôt. La branche interne *d* s'élève, trachées en dehors, dans le parenchyme cortical.

Fig. 10. Section de l'intervalle de tige qui sépare l'insertion de l'écusson de celle de la piléole, en son milieu. — *d*, faisceau cortical inverse; il tourne ses vaisseaux en dehors, son liber en dedans, et sur son bord externe on voit une lacune cylindrique provenant de la résorption des vaisseaux annelés les plus externes.

Fig. 11. Au voisinage de l'insertion de la piléole, le faisceau cortical *d* se rapproche du cylindre central.

Fig. 12. Il se met en contact avec le cylindre qui s'élargit en même temps, et aussitôt il se bifurque; ses deux branches *i*, *i*, se dirigent horizontalement en sens inverse, et vont se relever dans la piléole, qui se sépare aussitôt.

Fig. 13. Section suivante. — La piléole *p* est séparée de la tige *t*, et munie de deux faisceaux *i*, *i*, presque diamétralement opposés, mais plus rapprochés en arrière, du côté de l'écusson.

Fig. 14. Section d'une autre plantule, immédiatement au-dessus de la séparation de la piléole. — *b*, bourgeon situé à l'aisselle de la piléole du côté de l'écusson et un peu dévié latéralement.

Fig. 15. Section d'une autre plantule au-dessus de la séparation de la première feuille verte F. — *b'*, bourgeon axillaire de cette première feuille verte, dévié latéralement et rejeté du côté où la deuxième feuille verte étendra son bord recouvrant.

Phalaris canariensis.

Fig. 16. Section transversale de la plantule au-dessous de la limite entre la racine principale et la tige.— *c*, coléorhize; *e*, partie descendante de l'écusson unie à la coléorhize et revêtue, comme toujours, d'un épiderme à cellules perpendiculaires; *r*, racine principale.

Fig. 17. Section passant par le point de départ du faisceau cotylédonaire.— *e*, écusson qui n'adhère plus à la tigelle que par sa partie médiane; *t*, tigelle; *f*, faisceau cotylédonaire simple, qui se dédouble d'avant en arrière dans son trajet à travers le parenchyme cortical. La branche externe se rend à l'écusson qui se détache aussitôt. L'autre se relève, vaisseaux en dehors, dans la région moyenne du parenchyme cortical.

Fig. 18. Section de l'intervalle de tige qui sépare l'écusson de la piléole.— *d*, faisceau cortical tournant son liber en dedans, ses vaisseaux en dehors.

Fig. 19. Sous l'insertion de la piléole, il se replace à la périphérie du cylindre central élargi. Aussitôt il se bifurque, et ses branches *i*, *i*, divergent horizontalement pour se relever dans la piléole.

Fig. 20. La piléole *p* se sépare aussitôt avec ses deux faisceaux *i*, *i*, rapprochés en arrière du côté de l'écusson; F, F′, première et seconde feuilles vertes de la plante.

PLANCHE 14.

Zea Mays.

Fig. 21. Section transversale de la plantule à quelque distance au-dessous de la limite entre la racine principale et la tige.—*e*, partie descendante de l'écusson séparée de la coléorhize, sauf dans le voisinage des bords, et sillonnée sur sa face interne; *c*, coléorhize fort épaissie en avant; *r*, racine principale.

Fig. 22. Section transversale passant par le point d'émergence du faisceau cotylédonaire.— *e*, écusson n'adhérant à la tigelle que par le milieu de sa face interne. Le faisceau cotylédonaire se trifurque en émergeant; sa branche médiane *f* se rend à l'écusson, où elle se relève et qui achève aussitôt de se séparer; ses branches latérales *i*, *i*, rasent le cylindre central, mais, sans le quitter, elles se relèvent sur ses flancs.

Fig. 23. Section de l'écusson au moment où il vient de se séparer.— Son faisceau, où les vaisseaux présentent une disposition curieuse, émet des branches qui s'incurvent et se rendent dans la partie descendante de l'écusson.

Fig. 24. Section transversale de l'intervalle de tige qui sépare l'écusson de la piléole, immédiatement au-dessus de l'insertion de l'écusson.

Fig. 25. Section du même intervalle en son milieu. La disposition des vaisseaux s'y est un peu modifiée.

Fig. 26. Section de la tige sous l'insertion de la piléole.— *i*, *i*, branches latérales du

faisceau cotylédonaire, ayant séjourné jusque-là dans le cylindre central, et qui s'en échappent pour se relever dans la zone externe du parenchyme cortical.

Fig. 27. Section suivante. — Les faisceaux *i*, *i*, sont relevés; sauf le groupe externe qui manque ici, la disposition des vaisseaux y est la même que dans la nervure de l'écusson. En même temps que s'échappent les branches *i*, *i*, les éléments libériens et vasculaires du cylindre central s'ajustent en faisceaux libéro-vasculaires séparés et rangés dans le parenchyme conjonctif.

Fig. 28. Section suivante. — La piléole *p* est séparée de la tige avec ses deux faisceaux *i*, *i*, presque diamétralement opposés. F, première feuille verte avec nervure médiane opposée à l'écusson; *t*, tige.

Sorghum vulgare.

Fig. 29. Section transversale de la plantule à quelque distance au-dessous de la limite entre la racine principale et la tige. — *e*, partie descendante de l'écusson, entièrement indépendante de la coléorhize qu'elle engaine; *c*, coléorhize; *r*, racine principale.

Fig. 30. Section de la plantule au niveau d'insertion de l'écusson. — La partie médiane du faisceau cotylédonaire total se rend à l'écusson, qui ne tient à la tigelle *t* que par un isthme fort étroit. Les deux branches latérales se relèvent de chaque côté à la périphérie du cylindre central.

Fig. 31. Section de l'intervalle de tige qui sépare l'écusson de la piléole, immédiatement au-dessus de la séparation totale de l'écusson.

Fig. 32. Section du même intervalle vers son milieu; la disposition des vaisseaux s'est un peu modifiée.

Fig. 33. Section de la tige sous l'insertion de la piléole. — Les deux branches latérales *i*, *i*, du faisceau cotylédonaire trifurqué, émergent et vont se relever presque en face l'une de l'autre dans la piléole. En même temps les éléments vasculaires et libériens du cylindre central se réunissent en faisceaux libéro-vasculaires distincts.

Fig. 34. Section suivante. — *p*, piléole avec ses deux faisceaux; *t*, tige.

Fig. 35. Section un peu plus haut. — *p*, piléole; F, première feuille verte; F′, F″, seconde et troisième feuilles vertes. Si le bord recouvrant de la première feuille verte est à droite, le bord recouvrant de la seconde est à gauche, et ainsi de suite. Cette alternance s'observe dans toutes les Graminées.

Fig. 36. Section transversale de la base du rameau développé à l'aisselle de la seconde feuille verte d'une plantule de *Coix lacryma*. — *p*, préfeuille du rameau avec son double système de faisceaux latéraux; *b*, bourgeon de droite de la préfeuille; *b′*, bourgeon de gauche. Ces deux bourgeons sont diamétralement opposés. *t*, axe du rameau.

ÉTUDES

SUR

LA VÉGÉTATION DU SUD-EST DE LA FRANCE

A L'ÉPOQUE TERTIAIRE

Par le comte Gaston de SAPORTA.

SUPPLÉMENT I.

RÉVISION DE LA FLORE DES GYPSES D'AIX.

I

PARTIE GÉNÉRALE.

Plusieurs motifs nous ont déterminé à entreprendre une révision totale de la *Flore des gypses d'Aix*. C'est d'abord son importance, soit à raison du nombre de ses espèces, soit par suite de sa position sur la limite de deux âges, à la fin de l'éocène proprement dit et au seuil du tongrien ; c'est encore la quantité de documents nouveaux réunis entre nos mains au moyen d'explorations répétées. Effectivement, les lits à empreintes végétales d'Aix ne sont restreints ni à un seul point, ni même à une seule assise; ils se composent de strates de nature très-variée, qui se prolongent, sur une distance de plusieurs kilomètres, du quartier de Saint-Donat à la montée d'Avignon, et plus loin encore jusque dans les environs d'Eguilles. Dans tout ce périmètre, les lits en question fournissent des empreintes dès que le marteau peut les atteindre, c'est-à-dire partout où les coupures du sol et les accidents de l'exploitation agricole en mettent au jour des affleurements. La quantité des échantillons recueillis depuis dix ans est si considérable, que la physionomie de l'en-

semble, telle que je l'avais présentée en premier lieu, s'en trouve sensiblement modifiée; de sorte qu'un simple supplément n'aurait pas suffi à l'exposé des changements devenus nécessaires.

Un troisième motif doit être tiré de la méthode que nous avons tâché d'appliquer à l'étude des plantes fossiles, pour la faire sortir de plus en plus de l'état de vague et, pour ainsi dire, de caprice individuel auquel elle se trouvait livrée lors de nos débuts. Par cela même qu'il était question des flores tertiaires, l'observateur paraissait, aux yeux du savant sérieux, affranchi de toute règle. Les dénominations génériques étaient souvent appliquées d'après des analogies si peu raisonnées, qu'il était impossible d'en saisir le sens et de préciser ce qui avait pu déterminer l'auteur à adopter telle opinion plutôt que telle autre. Il s'est manifesté à cet égard, jusque dans ces derniers temps, il faut l'avouer, une facilité déplorable, et cependant, comme nous l'avons affirmé dès le premier jour, il existe une filiation naturelle et un enchaînement des phénomènes dont il est absolument besoin de se rendre compte, si l'on veut éviter de tomber dans une confusion complète. Le succès, dès qu'il s'agit de botanique fossile, tient à la persistance et à la multiplicité des efforts appliqués à la poursuite de la réalité; mais il demeure précaire si, au préalable, on n'a soin de circonscrire le champ que l'on parcourt dans des bornes rationnelles, en considérant l'ancienne végétation comme solidaire de celle de nos jours, et l'Europe des âges géologiques comme ayant été liée en divers temps aux régions qui l'entourent médiatement ou immédiatement. Cette dernière liaison, il est naturel de le remarquer, a dû être d'autant plus efficace autrefois, que le climat n'était pas alors, comme aujourd'hui, un obstacle à ce que notre continent reçût des terres attenantes ou qu'il leur transmît les formes qui l'ont successivement habité.

Les liens analogiques qui rattachent la végétation de l'Europe tertiaire à celle de certains pays commencent à se laisser analyser, et leur vrai sens se dégage de plus en plus. Variables selon les âges, prédominant tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, ces sortes de rapports se renferment presque constamment

dans un périmètre régional, dont il sera possible plus tard de fixer les limites pour chaque période en particulier; et déjà même, dans certains cas, ainsi que nous le démontrerons, ces limites deviennent visibles. D'ailleurs, l'Europe éocène, il est bon de le rappeler, constituait sans aucun doute une région tropicale *sui generis*, au même titre que l'Afrique intérieure, l'Amérique centrale et les îles indiennes. A ce titre, elle possédait une physionomie végétale qui lui était propre et qu'elle a perdue ensuite, après qu'elle se fut graduellement altérée; en sorte que, pour retrouver les traits épars de cette physionomie primitive, il est naturel de s'adresser aux régions moins ravagées qu'elle ne l'a été par l'abaissement de température survenu postérieurement. C'est pour cela que la Louisiane et la Floride, les Canaries, l'Afrique, l'Asie orientale ou méridionale et le Japon ont souvent fourni des termes de comparaison excellents avec l'ancienne flore européenne. Ces pays ont gardé quelque chose de ce que nous possédions jadis en commun avec eux. La région européenne, centrale par rapport à ceux-ci, a été dévastée presque entièrement, mais sur les frontières extrêmes de cette région, une partie au moins des éléments constitutifs de la végétation fossile subsiste et peut servir à reconstruire l'ensemble. Cette marche est parfaitement logique, et c'est celle que nous avons adoptée. — Mais tenter l'inverse, c'est-à-dire croire retrouver, en dehors de toutes les prévisions et sans preuves d'aucune sorte, dans l'ancienne Europe, des spécimens typiques empruntés aux régions les plus excentriques, comme le Brésil, le Pérou et le Chili; transporter sur notre sol, sur la foi d'empreintes faiblement caractérisées, des groupes entièrement étrangers à notre zone; y introduire le type des Mélastomacées ou celui des *Fagus* antarctiques et des *Epacris* australiens, comme l'a fait M. Unger (1), en basant son opinion sur l'observation d'une seule feuille très-peu concluante, c'est dépasser, à notre sens,

(1) Voy. *Die foss. Fl. von Kumi auf d. ins. Eubœa*, p. 28, tab. 4, fig. 19; et *Neu-Holland in Europa*, p. 70, fig. 26.

toutes les bornes du raisonnable et risquer de faire échouer une science pleine d'avenir contre de misérables écueils.

Quelquefois, il est vrai, l'erreur provenant d'une attribution hasardée s'explique d'elle-même par l'effet d'une découverte heureuse. C'est ainsi que le *Getonia petreæformis* Ung. (1) et l'*Elaphrium antiquum* (2) du même auteur, observés isolément à Radoboj, se sont trouvés réunis à Aix dans la même fleur, et répondent en réalité à un genre éteint d'Anacardiacées, ce qui fait disparaître de la nomenclature fossile un genre tropical américain dont rien ne justifiait la présence dans l'Europe tertiaire. Au contraire, l'existence constatée du genre *Ailantus* n'a rien qui doive surprendre, lorsqu'on songe qu'il se montre aujourd'hui sur divers points de l'Inde, aussi bien qu'en Chine et au Japon. Mais, avant de faire admettre que l'on ait rencontré à l'état fossile le type péruvien des *Cinchona*, il faudrait pouvoir alléguer, ce que n'a pas fait M. Unger, des indices beaucoup plus sérieux que de simples feuilles sans caractères tranchés ou d'informes débris d'inflorescence. Il ne s'agit pas de nier par là la présence possible et même probable de Rubiacées frutescentes au milieu de l'Europe tertiaire, mais de ne pas affirmer sans preuve décisive qu'elle possédait jadis de vrais Quinquinas; or, notre continent pouvait très-bien comprendre des types particuliers de Rubiacées, de même que le Pérou de nos jours a les siens. — Ne pas affirmer sans preuve ou du moins sans un commencement de preuve, et surtout s'appuyer, dans les hypothèses qu'on propose, sur la vraisemblance, nous paraît devoir être la grande règle de la botanique fossile.

Aux assimilations hasardées auxquelles divers savants se sont laissé entraîner, il convient d'ajouter celles qui concernent la végétation actuelle de l'Australie. Qu'il y ait effectivement entre l'Australie moderne et l'Europe éocène des liens analogiques de plus d'une sorte, que l'on considère les

(1) *Chlor. protog.*, p. 139, tab. 47, fig. 13, et *Syll. pl. foss.*, III, p. 55, tab. 17 fig. 4-5.

(2) *Syll. pl. foss.*, I, p. 47, tab. 21, fig. 17-22.

animaux ou les plantes, cela nous paraît peu contestable, et il semblerait à plusieurs égards que l'Australie, au lieu de se transformer comme les autres contrées, soit demeurée stationnaire et donne aujourd'hui le tableau d'une portion du monde conservant la physionomie qu'avait autrefois le reste du globe ; pour elle, l'aiguille du temps se serait arrêtée ou du moins aurait marché moins vite sur le cadran des siècles. Cela posé, il nous semble que l'assimilation à établir entre l'Australie et l'Europe éocène ne va guère au delà d'un simple parallélisme et d'une correspondance de formes déjà assez remarquable par elle-même pour que l'on se garde d'en exagérer la portée. C'est ce qu'on fait lorsqu'on suppose la présence dans notre hémisphère de types australiens qui vraisemblablement n'y ont jamais paru, tandis que notre sol a fort bien pu nourrir autrefois des genres de végétaux voisins de ceux d'Australie ou simplement analogues à eux par leur facies et quelques-uns de leurs caractères, sans que cette ressemblance, dont il est maintenant très-difficile d'apprécier le degré, soit cependant allée jusqu'à l'identité. Si l'Europe tertiaire avait possédé de vrais *Banksia*, des *Dryandra* proprement dits et des *Eucalyptus*, les feuilles tronquées au sommet des premiers, les lobes caractéristiques des seconds, la nervation aisément reconnaissable des derniers, enfin, par-dessus tout, les fruits des uns et des autres seraient certainement venus jusqu'à nous, au moyen d'empreintes non douteuses. Or, aucune des espèces fossiles de *Banksia* ou *Banksites*, signalées jusqu'ici, n'a reproduit assez nettement les caractères propres à ce genre australien pour faire évanouir les doutes attachés à sa détermination ; on peut en dire autant des *Dryandra* fossiles, puisque le seul dont on ait découvert les fruits (*Dryandra Schrankii* Heer) s'est trouvé être un *Comptonia* (*Comptonia dryandræfolia* Brngt). Enfin, aucune feuille d'*Eucalyptus*, parmi celles qui ont été publiées sous ce nom, ne présente rien de plus qu'une ressemblance vague avec celles des *Eucalyptus* vivants, et les organes figurés par M. d'Ettingshausen, dans sa *Flore de Hæring*, comme se rapportant à des calices et à des fruits de ce genre, ne sont en réalité

pas autre chose que des empreintes de coussinets et des cicatrices d'insertion de radicules de Nymphéacées, sortes de vestiges des plus répandus dans la plupart des localités tertiaires.

Tels sont les principes qui nous ont constamment dirigé dans la révision dont nous allons exposer les résultats. Un examen plus rigoureux, appuyé d'un plus grand nombre d'échantillons pour chaque espèce, l'expérience de dix années de travaux constants, l'étude comparée du réseau veineux des feuilles fossiles et vivantes, nous ont permis d'opérer un classement général moins imparfait, que nous avons lieu de croire définitif sur beaucoup de points. Nous aurons soin, du reste, d'exprimer les doutes et les réserves qui s'attachent encore à la détermination de certaines espèces; nous nous sommes pourtant efforcé d'en restreindre le nombre dans les plus étroites limites, tout en augmentant d'une soixantaine environ le chiffre total de celles que nous décrivons.

La flore d'Aix devient ainsi une des plus riches et à notre sens des mieux connues que l'époque tertiaire nous ait transmises. C'est pour cela qu'avant d'énumérer toutes les espèces qu'elle renferme, en insistant sur celles qui sont nouvelles ou à propos desquelles nous avons des erreurs et des négligences à relever, il nous paraît indispensable d'examiner cette végétation dans son ensemble, d'en apprécier les divers éléments, et de formuler les considérations auxquelles cet examen donnera lieu, et dont la portée sera d'autant plus grande qu'il s'agit, non-seulement de quelques formes isolées, mais d'une réunion presque aussi nombreuse et certainement aussi variée que les collections de plantes apportées de certaines régions lointaines, après une consciencieuse exploration.

Il est temps de ne pas cacher un dernier motif de notre révision ; il tient à l'introduction dans le corps de notre premier travail d'un petit nombre d'espèces fabriquées par un faussaire (1)

(1) Le nom du faussaire est connu ; mais sa mort, qui remonte à plusieurs années, rend inutile toute récrimination. Adroit, instruit, bon dessinateur, il fabriquait des médailles, des manuscrits, des fossiles, et répandait ses contrefaçons chez les mar

à une époque antérieure à nos premières recherches Nous avons hâte de faire disparaître ces espèces adultérines du giron de la science, où elles se sont malheureusement glissées. Ce sont les suivantes :

1° *Betula gypsicola* (*folium*), *Ét. sur la végét. tert.*, 1, *Ann. sc. nat.*, 4e série, t. XVII, pl. 6, fig. 4 B. — La feuille attribuée à cette espèce est falsifiée ; sa provenance n'avait du reste rien de commun avec celle de la samare (*l. c.*, fig. 4 A), dont l'authenticité demeure incontestable. Cette feuille paraît avoir été calquée sur celles de l'*Amelanchier vulgaris*.

2° *Alnus antiquorum* (*folium*), *l. c.*, pl. 7, fig. 1 A. — La feuille seule est fabriquée ; elle paraît modelée sur celles du *Salix caprea*, L.

3° *Oleracites convolvuloides*, *l. c.*, pl. 7, fig. 8. — Feuille imitée de celles du *Convolvulus arvensis*, L.

4° *Parthenites priscus*, *l. c.*, pl. 10, fig. 4. — Feuille qui, malgré certaines différences, paraît imitée de celles du *Chrys. Parthenium*, DC.

5° *Hieracites Salyorum*, *l. c.*, pl. 11, fig. 11. — Fragment de feuille imité de celles du *Taraxacum vulgare*, L.

6° *Valerianellites capitatus*; *l. c.*, pl. 10, fig. 3. — Tige imitée de celles des *Valerianella*.

7° *Ribes Celtorum*, *l. c.*, pl. 11, fig. 6. — Feuille imitée de celles du Groseillier des Alpes, mais avec certaines divergences.

8° *Acer ampelophyllum*, *l. c.*, pl. 12, fig. 4. — Feuille imitée des plus petites feuilles du *Vitis vinifera*.

chands dans le seul but de tromper les acheteurs. Il suffira de dire quelques mots sur le procédé qu'il a employé dans l'imitation des empreintes végétales. Il choisissait des plaques où se trouvait le plus souvent quelque débris de plante ou quelque insecte véritable, et décalquait par-dessus, à l'aide d'une encre grasse, l'objet qu'il voulai reproduire et qui était généralement assez bien choisi, puisque plusieurs des feuilles qu'il a simulées appartiennent à des groupes réellement signalés à l'état fossile. Il appliquait ensuite un acide qui mordait partout, sauf sur les points où l'encre grasse avait été déposée, et l'empreinte imaginaire se détachait légèrement en relief avec ses contours et ses nervures colorés en brun. Ces fausses empreintes n'ont jamais la netteté des vraies. Elles ont un air dégradé et comme rongé par les agents atmosphériques, elles sont dépourvues de résidus charbonneux et ne montrent aucune trace de réseau veineux. Une fois averti de la fraude, on la reconnaît aisément. — Nous affirmons la parfaite authenticité de toutes les espèces comprises dans notre *révision*, et dont la presque totalité sont le fruit de nos recherches personnelles, unies à celles de notre collègue et ami M. le docteur Marion.

9° *Cratægus nobilis*, *l. c.*, pl. 14, fig. 3. — Feuilles calquées sur celles du *C. oxyacantha*, L.

10° *Colutea parcefoliata*, *l. c.*, pl. 14, fig. 5.— Feuille imitée de celles du *Coronilla glauca*.

Ces dix espèces doivent donc être éliminées, les deux premières en ce qui concerne les feuilles qui leur avaient été attribuées, les huit autres en totalité.

Malgré ce retranchement nécessaire et à la faveur de nos recherches, la flore des gypses d'Aix comprend un nombre total de 231 espèces, dont voici le tableau :

Tableau général de la flore des gypses d'Aix.

CRYPTOGAMES, 12.

	FAMILLES.	GENRES.	Nombre des espèces.
CRYPTOGAMES CELLULAIRES, 6...	Champignons..........	*Sphæria*..............	2
	Characées............	*Chara*...............	1
	Marchantiées..........	*Marchantia*...........	1
	Mousses.............	*Muscites*............	2
CRYPTOGAMES VASCULAIRES, 6..	Fougères............	*Pteris*..............	3
		Cheilanthes..........	1
		Lygodium............	2

PHANÉROGAMES, 219.

	FAMILLES.	GENRES.	Nombre des espèces.
GYMNOSPERMES, 17.............	Cupressinées..........	*Callitris*............	2
		Widdringtonia.........	1
		Juniperites..........	1
	Abiétinées............	*Pinus*...............	7
	Taxinées.............	*Podocarpus*..........	6
MONOCOTYLÉDONES, 33..........	Graminées............	*Poacites*............	10
	Cypéracées...........	*Cyperites*...........	1
	Centrolépidées........	*Podostachys*..........	1
	Rhizocaulées..........	*Rhizocaulon*..........	1
		Pseudophragmites......	1
	Palmiers.............	*Flabellaria*..........	3
		Sabalites...........	1
		Palmacites..........	2
	Asparaginées.........	*Dracænites*..........	3
	Smilacées............	*Smilax*.............	1
	Alismacées...........	*Alismacites*..........	1
	Hydrocharidées........	*Vallisneria*..........	1
	Typhacées...........	*Typha*..............	1
		Sparganium..........	2
	Naïadées............	*Potamogeton*.........	3
	Musacées............	*Musophyllum*.........	1

		FAMILLES.	GENRES.	Nombre des espèces.
DICOTYLÉDONES, 169.	APÉTALES, 52.	Myricées	*Myrica*	10
		Bétulacées	*Clethropsis*	1
		Cupulifères	*Ostrya*	1
			Quercus	5
		Ulmacées	*Microptelea*	1
		Morées	*Ficus*	4
		Salicinées	*Populus*	1
		Oléracées	*Oleracites*	1
		Laurinées	*Laurus*	3
			Cinnamomum	5
		Santalacées	*Leptomeria*	2
			Osyris	1
		Thymélées	*Daphne*	4
		Protéacées	*Proteoides*	4
			Grevillea	2
			Lomatites	5
			Embothrites	2
	GAMOPÉTALES, 36.	Composées	*Cypselites*	2
		Jasminées	*Jasminum*	1
		Oléacées	*Olea*	1
		Apocynées	*Nerium*	1
		Solanacées	*Solanites*	1
		Myrsinées	*Myrsine*	6
		Sapotacées	*Sapotacites*	1
			Bumelia	1
		Ébénacées	*Diospyros*	10
		Éricacées	*Andromeda*	6
		Vacciniées	*Vaccinium*	6
	DIALYPÉTALES, 81.	Araliacées	*Aralia*	6
		Cornées	*Cornus*	1
		Nymphéacées	*Nymphæa*	2
		Magnoliacées	*Magnolia*	1
		Sterculiacées	*Bombax*	1
			Sterculia	1
		Acérinées	*Acer*	1
		Sapindacées	*Sapindus*	1
		Pittosporées	*Pittosporum*	4
		Célastrinées	*Celastrus*	4
		Ilicinées	*Ilex*	1
		Rhamnées	*Paliurus*	1
			Zisyphus	1
		Juglandées	*Palæocarya*	1
		Anacardiacées	*Pistacia*	2
			Rhus	8
			Heterocalyx	1
			Anacardites	2
		Zanthoxylées	*Ailantus*	3
		Myrtacées	*Callistemophyllum*	1
			Myrtus	2
		Pomacées	*Cotoneaster*	7
		Légumineuses	*Trifolium ?*	1
			Caragana	1
			Ervites	1
			Phaseolites	2
			Sophora	1
			Micropodium	1
			Cercis	1
			Cæsalpinites	6
			Gleditschia	1
			Mimosa	1
			Acacia	9
			Leguminosites	4

Peu de flores fossiles comptent un aussi grand nombre d'espèces décrites ou signalées provenant du même horizon et d'une seule localité. Cependant, Œningen, la plus considérable de toutes, a fourni jusqu'ici 465 espèces; Radoboj, d'après le dernier recensement donné par Unger, 380; mais Hæring n'en compte que 180, parmi lesquelles plusieurs sont incertaines; Sotzka, un peu plus de 100; Le Monod seul, 174; Bilin, en se bornant aux espèces des couches de Kutschlin, la plus riche des trois flores locales, 203; enfin, Armissan, malgré l'extrême abondance des matériaux, n'excède pas jusqu'à présent 170 à 180 espèces au plus. La flore d'Aix tient donc le troisième rang au point de vue du nombre; de plus, elle comporte assez peu de doubles emplois, et si aux espèces dont nous venons de donner le tableau on joignait celles dont l'attribution nous a paru trop entachée d'ambiguïté pour entrer en ligne de compte, nous arriverions aisément au chiffre de 250. Toutes ces plantes se rapportent, non-seulement à la même localité, mais à un même ensemble de lits superposés pendant le dépôt desquels la végétation a conservé sensiblement le même caractère et possédé les mêmes espèces dominantes et caractéristiques. Cependant cette uniformité n'est pas absolue; il est évident que la succession de strates qui correspond au dépôt des gypses d'Aix a exigé un temps fort long, probablement plusieurs milliers d'années, pendant lesquelles bien des changements partiels ont dû s'opérer, et telle espèce que l'on rencontre vers la base assez fréquemment n'a jamais été remarquée dans la partie exploitée, qui est supérieure à l'autre. Nous avons eu soin, en décrivant chaque espèce, de marquer sa provenance, soit de la base, soit du sommet de la formation. Du reste, nos recherches personnelles ont porté à peu près exclusivement sur les lits inférieurs, qui sont à découvert sur bien des points, tandis que l'intervention des ouvriers est nécessaire pour l'exploration des marnes gypsifères et des schistes feuilletés, intercalés dans le banc que l'on exploite à l'aide de galeries souterraines.

On peut dire que le hasard seul des circonstances, agissant à travers un temps très-long et aidé des variations mêmes qui se

sont produites au milieu de la végétation locale, a influé sur la conservation de la plupart des espèces fossiles. Celles-ci, en effet, tout en étant également comprises dans un même ensemble contemporain, ont dû pourtant ne laisser arriver leurs dépouilles dans les lits en voie de formation que successivement, au fur et à mesure que leurs individus se trouvaient placés d'une manière favorable pour amener ce résultat. Trop de liens généraux rattachent ensemble les divers éléments de la flore, fondus en un tout complet et harmonieux, pour que l'on puisse songer à la scinder en deux ou plusieurs subdivisions. On aboutirait à une distribution entièrement artificielle, tellement il est visible que, malgré un certain nombre de substitutions d'espèces, on a toujours devant soi le même fond de végétation, que l'on se place au début ou à la fin de la période correspondant au dépôt des diverses assises de la formation. L'épaisseur totale de celle-ci peut être évaluée à une trentaine de mètres, quarante au plus. On sait qu'elle comprend trois groupes de gypse, dont les deux supérieurs sont seuls exploités, entremêlés de calcaires marneux et de schistes marneux feuilletés, alternant plusieurs fois.

Considérons l'ensemble de cette végétation, telle que nous la connaissons, c'est-à-dire d'une façon incomplète et partielle, comme s'il s'agissait d'un canton récemment exploré de la Nouvelle-Calédonie, et voyons ce que nous apprendra cet examen.

Nous laisserons de côté les Cryptogames, trop peu nombreuses pour qu'il en soit tenu compte.

La proportion relative des Monocotylédones et des Dicotylédones, en y comprenant les Gymnospermes, est de 15,06 pour les premières, et de 84,92 pour les secondes, sur 100. Cette proportion s'écarte fort peu de celle qui existe actuellement, en considérant le monde entier, et qui est, selon Lindley, de 17 pour les Monocotylédones et de 83 pour les Dicotylédones, en nombre rond.

La proportion donnée par M. Heer pour l'ensemble des quatre étages de la molasse suisse est de 16 pour 100 de Monocotylédones et de 84 de Dicotylédones. Tous ces chiffres concordent

si bien, qu'ils doivent exprimer un rapport vrai : il faut donc constater une prépondérance assez sensible des Dicotylédones sur les Monocotylédones pour l'époque des gypses d'Aix, prépondérance relative qui n'est pas dénuée de signification, ainsi que nous allons le voir.

En effet, lorsque, au lieu de considérer l'ensemble de la végétation contemporaine, on examine les flores locales et régionales, on observe de très-grandes différences dans la proportion relative des deux grandes classes de Phanérogames. La proportion des Monocotylédones peut s'élever jusqu'à 30 sur 100 et celle des Dicotylédones s'abaisser d'autant. C'est ce qui arrive dans les régions très-humides. En général, l'humidité tend à accroître la proportion des Monocotylédones et à diminuer celle des Dicotylédones ; l'abaissement de la température produit le même effet : en sorte que, toutes choses égales d'ailleurs, et sauf de nombreuses exceptions dues à des influences locales, une contrée sèche et chaude aura une proportion plus forte de Dicotylédones qu'une contrée chaude et humide, et surtout qu'une contrée à la fois humide et froide.

Les chiffres proportionnels les plus rapprochés de ceux de la flore des gypses nous sont fournis par les îles Canaries (82,8 Dicotyl. et 17,2 Monocotyl.), les îles du Cap-Vert (82,8 Dicotyl. et 17,9 Monocotyl.), Java (82,9 Dicotyl. et 17,1 Monocotyl.) ; enfin, dans un district élevé et desséché de l'intérieur de la région du Cap, on trouve, d'après la collection Drège, 16,9 Monocotylédones et 83,1 Dicotylédones sur 100 Phanérogames. En combinant ces divers documents et invoquant surtout le dernier, on doit conjecturer que la région des gypses d'Aix était à la fois chaude et sèche, hypothèse que nous allons voir se confirmer par tous les indices qu'il nous sera donné de produire.

Dans le nombre total des Dicotylédones, les Apétales entrent pour 30,6, les Gamopétales pour 21,5, et les Dialypétales pour 47,9 sur 100, proportion qui s'éloigne assez peu de celle qui existe dans la flore de la molasse suisse, sauf que les Apétales y jouent un plus grand rôle, à cause de l'extension des Amen-

Weber, l'une comme étant un fruit d'*Isatis*, l'autre comme se rapportant à une aile de Coléoptère. Les *Mimosa* s'avançaient donc alors au delà du 50e degré de lat., et l'écart vis-à-vis de l'ordre actuel est d'environ 30 degrés.

La limite boréale actuelle, dans l'ancien continent, du groupe immense des *Acacia*, suit en Afrique le bord du grand désert, sans s'écarter beaucoup du Tropique, pénètre en Egypte, en Syrie, et s'élève dans l'Asie centrale, à l'aide de l'*A. Julibrisin* jusqu'aux approches du 40e degré; mais les espèces des gypses d'Aix, dont les fruits sont connus, rappellent évidemment les formes tropicales du genre, surtout celles de la côte occidentale d'Afrique, des îles africaines et de l'Inde.

Le même résultat se présente, remarquons-le ici, lorsque, au lieu de considérer l'aire absolue des genres demeurés indigènes qui ont cependant leur station principale entre les tropiques, on recherche seulement les affinités particulières de leurs espèces. On voit alors que le *Smilax* des gypses d'Aix ressemble à une forme de l'île Maurice, le *Vallisneria* à une forme des Philippines; la plupart des Myricées se trouvent avoir leurs similaires dans l'Abyssinie et l'Afrique australe; les *Ficus* ressemblent à ceux du Capet de Java; enfin les Araliacées se rapprochent des *Cussonia* et *Gilibertia* plutôt que des autres sections du groupe.

Nous allons voir se manifester les mêmes liaisons à l'aide des genres aujourd'hui restreints, amoindris ou fractionnés, dont il nous reste à faire l'examen.

Le genre *Callitris* est limité à une aire comprise entre l'Atlas et la mer, dans le Maroc et l'Algérie. — Le genre *Widdringtonia* ne s'observe que dans une région peu étendue de l'Afrique austro-orientale qui embrasse le Cap, la terre de Natal et Madagascar. — Le type du *Dracæna draco* L. se trouve, à l'occident, confiné dans les îles Canaries et Madère, où il atteint 33° lat.; il reparaît à Madagascar, Maurice et Bourbon, où il est représenté par les *D. reflexa* Lam., *cernua* Jaq. et *marginata* Lam.; dans les Indes, au Silhet, avec le *D. ensifolia;* à Java, à Amboine, on rencontre encore le *D. angustifolia* Roxb., et à Timor le *D. timoriensis* Kunth.

Le genre *Pittosporum* suit exactement la même marche. Une espèce isolée se montre encore aux îles Canaries; il faut ensuite recourir à la région du Cap, aux îles Bourbon et Maurice, traverser l'Inde et aboutir au Japon, pour en observer un certain nombre d'espèces, tandis que le gros du genre est plus particulièrement australien. — Le genre *Ailantus* se montre pareillement, d'une part dans l'Inde, où il fournit plusieurs espèces tropicales, et s'étend jusqu'au pied de l'Himalaya, d'autre part en Chine et au Japon. Il ne comprend en tout qu'un petit nombre d'espèces et doit avoir été bien plus répandu autrefois, si l'on en juge d'après le nombre des formes tertiaires déjà signalées. — Enfin, les *Caragana*, qui représentent pour ainsi dire des *Robinia* à feuilles parfois coriaces et subpersistantes, habitent l'Asie centrale et orientale, particulièrement la Chine.

On voit combien la route que nous avons souvent parcourue se trouve jalonnée de nouveau par les colonies éparses et fractionnées de tous ces types. — Entre les deux groupes *Alnus* et *Betula* se trouvent plusieurs sous-genres ou types secondaires qui servent à les relier et marquent la souche d'où ces deux genres ont dû autrefois émerger, pour revêtir peu à peu les caractères qui contribuent à accentuer leur physionomie respective. Les *Betulaster* pour les *Betula*, les *Clethropsis* pour les *Alnus*, constituent des groupes prototypiques qui paraissent avoir précédé dans le temps les *Betula* et les *Alnus* proprement dits.

Le *Betula Dryadum* Brngt, d'Armissan, a été dernièrement reconnu pour être un *Betulaster*, c'est-à-dire un *Betula* à feuilles fermes, semi-persistantes et à bractées fructifères non caduques en même temps que les samares. La samare de notre ancien *Betula gypsicola* nous paraît, de son côté, représenter un *Clethropsis*, c'est-à-dire un *Alnus* à feuilles fermes, semi-persistantes et à samare entourée d'une aile membraneuse, semblable à celle des fruits de *Betula*. Les *Clethropsis* de Spach forment une section parmi les *Alnus*, propre au Népaul et au Japon (*Alnus firma* Sieb., *Clethropsis firma* Sp.) et qui par conséquent ne s'étend guère au delà du 35ᵉ degré, ou pénètre tout au plus jusqu'au 40° degré.

On peut dire la même chose des *Microptelea*, qui sont des *Ulmus* prototypiques, à feuilles semi-persistantes, et sensibles au froid, avec une légère différence de structure dans le fruit. Ils habitent maintenant l'Inde boréale, la Chine et le Japon.

Les *Leptomeria*, *Grevillea* et le type des *Lomatia* tertiaires sont maintenant restreints à la Nouvelle-Hollande ; mais il n'est pas bien certain, à notre sens, que les types fossiles décorés de ces noms doivent être réellement identifiés avec ceux qui les portent de nos jours.

Trois seulement des genres précédents : *Diospyros*, *Magnolia*, *Zizyphus*, ont été signalés dans la flore fossile du Groenland au 70° degré, et ce sont justement ceux qui s'avancent maintenant le plus loin dans la direction du nord, puisqu'ils touchent au 46° degré par quelques-unes de leurs espèces. Il faut encore remarquer que ces genres comprennent à la fois des espèces à feuilles caduques et d'autres à feuilles persistantes. — La flore fossile de la région baltique, située par le 55° degré, aux environs de Danzig, nous fournit un point de repère plus avancé vers le sud de 15 degrés. Sur ce point, lors du miocène inférieur, et à une époque peut-être déjà un peu plus froide que celle où nous sommes transportés par les gypses d'Aix, on rencontre les genres *Cinnamonum*, *Diospyros*, *Myrsine*, *Sapindus*, *Zizyphus*, très-probablement aussi *Sterculia*, si, comme nous le croyons, le *Ficus tiliæfolia* Al. Br. doit être rapporté à ce groupe, et de plus des Scitaminées, des Apocynées, accompagnées d'un bon nombre de *Smilax*, *Ficus*, *Myrica* et *Andromeda*, d'affinité évidemment tropicale. Cependant les Palmiers paraissent avoir été absents de la région baltique. — La flore de Skopau, dans la Saxe thuringienne, dont l'horizon géognostique se rapproche sensiblement de celui des gypses d'Aix, nous fournit un Palmier, *Amesoneuron plicatum* Heer (1), vers 51° 30′ lat.; ce Palmier est accompagné des genres *Lygodium*, *Myrsine*, *Diospyros* (avec fruits), *Sterculia*, auxquels il faut joindre des *Ficus*, des Laurinées et un *Nerium* (*Apocynophyllum neriifolium* Heer). — La flore du bassin de Bilin, placée vers le 50° degré parallèle, conduit aux

(1) Voy. Heer, *Beitr. zur Sachs. Thuring. Braunk.* Berlin, 1861.

mêmes résultats, bien que son âge soit plus récent. On voit reparaître dans cette flore les genres *Musa*, *Podocarpus*, *Widdringtonia*, *Microptelea* (*Ulmus plurinervia* Ung.), *Cinnamomum*, *Leptomeria*, *Myrsine*, *Diospyros*, *Magnolia*, *Bombax*, *Sterculia*, *Sapindus*, *Pittosporum*, *Zizyphus*, *Acacia*, c'est-à-dire un ensemble très-analogue à celui qui existait en Provence à l'époque des gypses. — L'étude des plantes fossiles des lignites du Bas-Rhin et de Wétéravie (1) (Salzhausen, Munzenberg, Rockenberg, Rott, Nidda, environs de Bonn, etc.), qui correspondent au 51° degré, permet de constater la présence des mêmes éléments comprenant les genres *Lygodium*, *Musa*, *Callitris*, *Podocarpus*, *Microptelea*, *Cinnamomum*, *Myrsine*, *Diospyros*, *Magnolia*, *Sterculia* (*Dombeyopsis*), *Sapindus*, *Zizyphus*, *Palæocarya*, *Acacia*, etc. — Nous sommes donc assurés que vers le milieu des temps tertiaires la végétation européenne présentait un aspect sensiblement uniforme, une physionomie tropicale, et se composait à très-peu de chose près des mêmes types, jusqu'au 55° degré environ. Salzhausen marque le point le plus écarté dans la direction du nord où le genre *Callitris*, si caractéristique pour les gypses d'Aix, ait été observé ; mais il paraît y avoir été fort rare.

La distribution de ce genre et de quelques autres, comparée avec leur aire actuelle, dénote évidemment l'existence d'anciennes connexions continentales, modifiées depuis par le temps et les révolutions survenues, sans avoir pu cependant en effacer tous les vestiges. On observe le *Callitris Brongnartii* Endl., non-seulement au nord jusqu'en Wétéravie, mais à Paris même, dans le calcaire grossier, particulièrement au Trocadéro. Il se retrouve ensuite dans la plupart des localités du midi de la France, soit tongriennes, soit aquitaniennes et jusque dans les argiles de Marseille, où M. le docteur Marion l'a recueilli dernièrement. A l'est, le *Callitris* se montre dans les localités soit

(1) Voy. Const. d'Ettingshausen, *Foss. Fl. d. ält. Braunkohlenf. d. Weterau*, et comp. avec *Tertiärfl. d. niederrhein. Braunkohl.* von D. Otto Webber, in *Palæontogr.*, II, et *Neuer Beitr. z. tertiärfl. d. niederrhein. Braunkohlenform.* von Ph. Wessel und Dr Otto Weber, in *Palæontogr.*, IV.

éocènes, soit tongriennes ou aquitaniennes, qui dépendent de la terre péninsulaire alors constituée par la région des Alpes et placée entre la mer nummulitique italienne (voyez la carte de l'Europe éocène) et celle qui s'étendait de Genève à Vienne, à travers la Suisse : ces localités sont monte Bolca, Salcedo, Hæring. Le *Callitris* abonde encore à Sagor en Carniole, à Radoboj en Croatie; il a été rencontré à Coumi, dans l'île d'Eubée, et ces divers points étaient situés sur la grande terre formée de l'Illyrie, de la Hongrie, de la Roumanie et d'une portion de la Grèce, que M. Heer a proposé de nommer *pennino-carnienne*, en admettant sa continuité avec la précédente. — Le *Callitris*, au contraire, ne se montre ni dans les flores suisses, ni dans celles de l'Allemagne méridionale ou centrale, ni dans le bassin de Vienne. Il faut conclure de ce fait qu'alors comme aujourd'hui la végétation, obéissant à des influences dont l'éloignement nous dérobe la connaissance, tendait à s'uniformiser, de façon à présenter des formes semblables sur tout le périmètre d'un même bassin. C'est par cette raison, selon nous, que les localités assises dans le voisinage plus ou moins immédiat de l'ancien golfe nummulitique, qui des environs de Nice et de la Corse orientale s'étendait librement jusqu'au pied des Alpes et aux confins de l'Adriatique, couvrant non-seulement une grande partie de l'Italie, mais dépassant, par Tunis, l'Égypte et la Syrie, les limites de la Méditerranée actuelle, possèdent à peu près toutes le *Callitris*, tandis que les dépôts correspondants aux revers septentrionaux de cette même terre pennino-carnienne, en Suisse, en Hongrie, en Autriche, ainsi que les portions du continent allemand, qui formaient ensemble les plages du bassin nummulitique centro-européen, tout à fait distinct du précédent, paraissent, jusqu'ici du moins, en avoir été dépourvus. Dans la France éocène, le *Callitris* a pu s'étendre librement du nord au sud le long des bords de l'ancien golfe parisien; dans le midi de notre pays, il abondait auprès des lacs qui furent si nombreux durant l'éocène supérieur, le tongrien et l'aquitanien. Il est fort probable qu'à la même époque les terres du midi de la France se prolongeaient dans la direction de la Corse et de la

Sardaigne, de manière à communiquer avec l'Afrique septentrionale; de plus, la correspondance des roches nummulitiques des deux côtés du détroit de Gibraltar montre que l'Algérie était alors soudée avec Murcie, Grenade et une partie de l'Andalousie; les sinuosités que décrivait la mer nummulitique en entourant cette terre au nord et à l'ouest sont encore bien visibles. De quelque façon que l'on considère les choses, la région actuelle du *Callitris* devait être sinon immédiatement attenante, du moins bien voisine des terres qui continuaient la France méridionale et disposée sur le pourtour de la même mer intérieure. Le *Callitris quadrivalvis*, encore indigène dans la partie la plus reculée vers le sud de l'ancienne région dont nous venons de tracer les linéaments, ne serait ainsi que le dernier représentant d'un genre en voie de retrait, éliminé peu à peu de partout ailleurs que du sol africain. Le temps de son extension la plus grande doit être placé à l'époque du tongrien et de l'aquitanien; depuis lors, sans émigrer nulle part, il aurait perdu constamment du terrain, si nos conjectures sont exactes, et n'aurait finalement réussi à se maintenir que dans la seule Algérie.

Les mêmes considérations s'appliquent aux *Dracæna*, dont la présence, dans le midi de la France se trouve attestée, soit à Armissan, soit à Aix, non-seulement par des empreintes de feuilles, mais par des tronçons de tige. Ces *Dracæna* appartiennent évidemment au même type que le *D. draco* des îles Canaries, et la continuité de cet archipel, de Madère et des Açores en une terre réunie à l'Espagne occidentale et en communication directe avec la France méridionale, explique très-bien cette affinité du *Dracæna draco*, aujourd'hui sur le point de disparaître, avec les espèces tertiaires congénères, dont rien alors ne limitait l'extension vers nos contrées.

La Provence éocène et tongrienne possédait encore des *Myrsine*, reproduisant le type des *M. africana* et *retusa* Vent., des *Pittosporum* et des *Myrica*, dont les formes africaines actuelles peuvent passer pour les derniers représentants; or, à l'exemple de ce que nous avons remarqué pour le *Callitris*, les *Pittosporum* se montrent à Hæring aussi bien qu'à Aix, et les *Myrsine* cal-

qués sur le modèle du *M. africana* (*Myrsine spinulosa* Sap., *M. celastroides* Ett., *M. subincisa* Sap., *M. radobojana* Ung.) reparaissent successivement à Hæring, à Radoboj et dans plusieurs localités de Provence.

La région végétale dont le midi de la France faisait ainsi partie, lors de l'éocène, et dont nous venons d'esquisser les limites, dut voir plus tard s'effacer peu à peu ses caractères particuliers, par suite des changements qui s'opérèrent en Europe, à l'époque de la molasse, et lorsque notre continent se rapprocha graduellement de sa configuration actuelle. Toutefois quelques-uns des traits que cette région possédait originairement persistèrent plus ou moins longtemps, et peuvent être signalés, à ce qu'il semble, avec d'autant plus de raison, qu'ils concordent à merveille avec les aperçus précédents.

Ainsi, le groupe si curieux des Rhizocaulées, dont nous retrouvons partout des vestiges dans le midi de la France, pendant l'éocène, le tongrien et l'aquitanien, a dû caractériser la région dont il est question et dans laquelle il se montre dès le temps de la craie santonienne, puisqu'il abonde dans les lignites de Fuveau. Si ce groupe avait été partout répandu comme en Provence, il aurait certainement attiré ailleurs l'attention des savants, ce qui n'a pas eu lieu jusqu'ici. Ce groupe paraît donc avoir été plus ou moins localisé. — Le type des *Lomatites* se montre dans les lits du Trocadéro (éocène parisien). En Provence, non-seulement il abonde à Aix, mais il reparaît à Bonnieux, à Manosque, et a été rencontré dans les dépôts de Radoboj et de Coumi, où M. Unger l'a signalé sous le nom de *Grevillea kymeana*. C'est là encore un des types caractéristiques de la région botanique dont la Provence faisait partie (1) à l'époque des

(1) Il faut citer, à l'appui des affinités présumées des types végétaux de la région française, lors de la période éocène, avec la flore africaine actuelle, un exemple remarquable, emprunté aux grès des environs du Puy, dans la Haute-Loire, dont l'âge s'éloigne assez peu de celui des grès du Soissonnais. Un Palmier recueilli dans ces grès, le *Phœnicites pumilus* Brongt (*Tab. des genres*, p. 118), est représenté par une fronde pinnée accompagnée du rachis entier de l'inflorescence mâle. L'analogie des caractères oblige de rapporter cette espèce au même type que les *Phœnix* actuels, dont le genre est propre à l'Afrique boréale subtropicale.

gypses ; pas plus que le *Callitris*, les *Lomatites* n'ont été encore observés en Suisse, ni en Allemagne. Mais les Rhizocaulées et les *Lomatites* n'ont pas survécu à l'ancien monde, comme le *Callitris*.

Ces types ont péri complétement après un déclin, sans doute fort long, et sans doute aussi, avant de disparaître pour jamais, ils ont dû s'amoindrir graduellement, et se comporter sur notre sol de la même façon que les *Dracœna*, les *Pittosporum*, les *Myrsine* et quelques autres types se comportent aujourd'hui dans l'archipel des Canaries.

Signalons encore comme ayant plus particulièrement caractérisé cette même région végétale certaines Araliacées, voisines des *Cussonia* et des *Gilibertia*, et à d'autres égards des *Oreopanax*, qui se montrent à la fois à Aix et à Coumi, à Armissan et à Radoboj (*Aralia multifida* Sap., *Cussonia polydris* Ung., *Aralia Hercules* Sap.) ; des *Diospyros* à calices extérieurement rugueux, qui se montrent à Aix, à Radoboj et à Coumi et dont il n'y a que peu ou point d'exemples dans les flores fossiles de l'Europe centrale ; la fréquence des *Palœocarya* (*Engelhardtia* [*Carpini* sp. auct.]), absents, à ce qu'il paraît, de la Suisse miocène ; la présence du *Zyziphus paradisiaca* Heer, qui abonde dans les gypses d'Aix, se montre plus au nord à Brognon (Côte-d'Or), ainsi qu'à Radoboj et à Sotzka, mais qui n'a jamais été signalé en Suisse ; enfin le genre *Cercis*, qui a été observé, non-seulement à Aix et à Manosque, mais encore à Brognon, et qui reparaît de même à Radoboj, tandis qu'ailleurs, et particulièrement en Suisse, il n'en a été recueilli que des empreintes douteuses. On voit par ce dernier exemple que l'aire actuelle du genre correspondrait encore en grande partie avec l'aire ancienne, et le retrait vers le sud aurait été presque insignifiant.

C'est donc là un indice frappant de la ténacité de certains types, aussi persistants que peu variables.

En résumé, il existe de sérieux motifs pour admettre que vers la fin de l'éocène il existait sur les pourtours du large golfe nummulitique italien et subalpin une région végétale des mieux caractérisées, dont nous avons fait ressortir les attenances maté-

rielles et les affinités botaniques avec l'Algérie et les archipels africains.

Dans la direction du sud-est, la mer nummulitique, sauf une île allongée, correspondant à l'Italie centrale et se prolongeant par la Calabre jusqu'en Sicile, s'étendait sans obstacle vers la Libye et l'Égypte, qu'elle recouvrait en grande partie, entrant ainsi en communication directe avec l'océan Indien. La première terre que nous rencontrons dans cette direction est l'Abyssinie, qui, réunie aux masses cristallines du haut Soudan, formait certainement alors une région continentale à laquelle les *grès de Nubie* récemment émergés servaient de ceinture. Cette terre limitait au sud la mer nummulitique dont nous suivons les traces et se trouvait disposée vis-à-vis de l'Europe éocène à peu près comme la Tunisie et l'Algérie le sont par rapport à l'Europe contemporaine, c'est-à-dire qu'elle constituait la plage méridionale d'une Méditerranée très-agrandie, si l'on compare la Méditerranée nummulitique à celle de nos jours. Il n'y a donc rien de surprenant que, conformément à ce qui se passe encore sous nos yeux, la végétation se soit uniformisée, en présentant, soit les mêmes éléments, soit des éléments analogues sur les rivages opposés et d'un bout à l'autre de ce grand bassin intérieur, dont le diamètre, entre le Soudan et les Alpes, mesurait environ 30 degrés ou plus de 700 lieues, dimension double de celle de notre Méditerranée entre le fond de la grande Syrte et le golfe de Gênes.

C'est là, selon nous, la véritable raison d'être des types et des formes abyssiniens ou sud-africains que l'on remarque dans la flore des gypses d'Aix, puisque rien ne s'opposait alors à ce que les pays limitrophes d'une mer englobée totalement dans la zone intertropicale reçussent partout la même population végétale. Les éléments possédés en commun par la Provence éocène et l'Afrique orientale et austro-orientale consistent principalement dans les genres *Musa*, *Podocarpus*, *Widdringtonia* (ce dernier actuellement confiné dans un étroit espace comprenant le Cap, la terre de Natal et Madagascar) (1), de nombreux *Myrica*, des

(1) D'après une note récente de M. Fischer, relative à des fossiles rapportés de

Araliacées, des Bombacées, des *Myrsine* et des *Andromeda*, des Célastrinées, des Rhamnées, des *Pittosporum*, et enfin des *Acacia* et *Mimosa*.

Ce que nous venons de dire de la région africaine s'applique également à la partie boréale de l'Hindoustan que la même mer nummulitique baignait certainement de ses flots (consultez le planisphère), puisque les dépôts de cette mer peuvent être suivis sur une immense étendue, de la Syrie et de Bagdad au golfe Persique et à l'extrémité orientale de l'Arabie, et plus loin, à travers le Béloutchistan, jusqu'au delà des embouchures de l'Indus; puis, en remontant au nord, les mêmes dépôts se montrent dans Pundjab, le pays de Lahore et la vallée de Cachemire, tandis que, dans la direction de l'est, ils se prolongent jusque dans le Bengale oriental et la province de Silhet. C'est là un fait géologique incontestable, parfaitement en rapport avec nos propres remarques, et dont on peut tirer cette conséquence, qu'à l'époque où la mer éocène baignait au nord la péninsule indienne, les parties centrale et méridionale de cette péninsule, constituées presque partout par des masses cristallines ou des terrains depuis longtemps émergés, formaient un grand continent qui se prolongeait vers l'ouest et rejoignait probablement l'Afrique, aucune trace de dépôts nummulitiques ne se montrant le long de la côte de Malabar. Les éléments végétaux que l'Inde a retenus, et qui lui étaient sans doute communs avec la France méridionale, sont plus particulièrement les genres *Clethropsis*, *Microptelea*, *Cinnamomum*, *Nerium*, *Ailantus*, des formes de *Diospyros*, de Bombacées et Sterculiacées, des *Magnolia*, enfin le type des *Engelhardtia*, représenté dans l'Europe ancienne par un type extrêmement voisin, celui des *Palæocarya*. Il est à remarquer que beaucoup de ces types existent également au Japon ou à la

Madagascar par M. Grandidier, l'existence du nummulitique à Madagascar serait incontestable : la mer éocène, caractérisée par des *Terebellum*, des *Alveolina* et le *Neritina Schmidelliana*, déjà trouvé dans le nummulitique d'Europe, de l'Égypte et de l'Inde, se serait étendue au-dessous de l'équateur et aurait baigné la côte sud-ouest de Madagascar, vers la montagne de Manouhoué, à l'est de Fullear. Cette découverte, il n'est pas besoin de le dire, est entièrement favorable à nos déductions. (Voyez le planisphère qui représente l'étendue présumée de la mer nummulitique.)

Chine et que les affinités de la flore d'Aix ne s'arrêtent pas non plus à l'Inde, mais s'adressent plus loin encore aux îles de la Sonde et même aux Philippines, aussi bien qu'à la Chine et au Japon. Mais il est juste de dire que les dernières observations relatives à la mer nummulitique signalent ses dépôts dans ces mêmes contrées, notamment à Bornéo, aux Philippines et au Japon, quoique d'une manière encore trop vague pour donner lieu à des conclusions définitives. Les nôtres, après ce long exposé, seront celles-ci : Les phénomènes phytologiques concordent trop exactement avec les faits géologiques pour ne pas répondre à quelque loi générale qu'il est possible d'entrevoir, sinon de formuler rigoureusement. Les affinités de l'ancienne végétation des gypses, en fait de communauté de genres, d'analogie de formes et de similitude de composition, avec un certain nombre de flores régionales actuelles, se trouvent en rapport parfait avec la disposition de ces mêmes régions le long des plages de l'ancienne mer nummulitique, immense Méditerranée allant du Maroc jusqu'au Japon, à Bornéo et aux Philippines, de la haute Égypte au pied des Alpes, et entièrement comprise dans la zone tropicale du monde éocène, qui s'avançait au delà du 50° degré parallèle. — Si les genres actuels, identiques avec ceux de la flore des gypses, et les espèces vivantes assimilables à celles qui caractérisent cette flore, avaient été, sur les divers points du globe où on les observe maintenant, l'objet d'une création spéciale indépendante, et qu'ils fussent exempts de tout lien d'origine avec ceux dont l'existence antérieure sur notre sol se trouve ainsi constatée, il est impossible d'admettre que la distribution actuelle de ces genres et de ces formes pût coïncider si bien avec celle des continents et des mers de l'époque éocène; le hasard seul n'aurait pu produire une correspondance aussi complète. Au contraire, si l'on admet que tous ces types remontent vraiment jusqu'à l'âge éocène et qu'ils étaient alors disposés, aussi bien les européens fossiles que les autres, les premiers au nord, les seconds au sud de la grande Méditerranée nummulitique, il devient parfaitement concevable que les uns aient été décimés par le fait des révolutions subséquentes, tandis que les

autres ont dû survivre, là où l'abaissement de la température ne s'est pas fait sentir. Tout s'explique dès lors de la façon la plus naturelle, puisque les identités de genre et les similitudes d'espèces se manifestent justement en raison de la proximité et du degré même de liaison matérielle des régions où l'on observe ces sortes de phénomènes et que les données qui gouvernent encore aujourd'hui la distribution des végétaux à la surface du globe se trouvent applicables à l'étude des anciennes périodes. Rien ne s'oppose, en définitive, à ce que des genres d'affinité tropicale, autrefois indigènes de notre continent, s'ils habitaient en même temps des contrées plus écartées vers le sud et ayant continué à jouir d'une température élevée, se soient maintenus dans ces contrées, alors qu'ils périssaient en Europe, sinon tous, du moins la plupart d'entre eux, un certain nombre, plus robustes, ayant effectivement survécu.

Il est temps de considérer ces végétaux en eux-mêmes et de rechercher leur vraie signification au triple point de vue du climat, de la composition de la flore et de l'aspect que présentait l'ancienne localité tertiaire.

La température alors régnante était plus ou moins semblable à celle des régions tropicales, on doit le conclure d'une foule d'indices réunis. Nous avons déjà reconnu que la proportion relative des différentes classes et la prépondérance de certaines familles, particulièrement des Légumineuses, révélaient un climat sec et chaud ; l'analogie, sous ce rapport, par la proportion des éléments floraux, nous a ramené assez naturellement vers les Canaries, les îles du Cap-Vert, le Congo, certains points de l'Afrique australe, Timor, Java et le pays d'Assam. Un certain nombre de groupes signalés à Aix, spécialement les Musacées et Bombacées, les *Mimosa*, les *Myrica* et *Diospyros* à feuilles coriaces, ne s'écartent pas aujourd'hui de l'isotherme de 25 degrés centigrades, ou bien, comme les *Dracæna*, *Sapindus* et *Sterculia*, ne s'en écartent que par une seule de leurs espèces ou par un très-petit nombre, comme les *Lygodium* et les *Myrsine*. Quoiqu'il n'y ait rien d'absolu dans ces sortes d'examens, on peut dire qu'en dehors même de l'existence des genres aujourd'hui à peu près

exclusivement tropicaux, la physionomie de beaucoup d'espèces, particulièrement celle des *Vallisneria*, *Ficus*, *Aralia*, *Zizyphus*, *Myrsine*, *Andromeda*, qui se rattachent évidemment à des formes intertropicales, ainsi que la prépondérance des Palmiers, *Cinnamomum*, Araliacées, *Acacia*, constituent une série d'indices vraiment frappants de la chaleur du climat. — La rencontre au milieu de la végétation des gypses de certains types alliés de près à ceux de la zone tempérée n'est pas en désaccord avec ces mêmes résultats. En effet, si nous prenons pour exemple le genre *Microptelea*, dont la détermination basée sur l'examen de la feuille et du fruit ne laisse place à aucun doute, nous voyons d'après des renseignements dus à l'obligeance de M. le Dr J. Dalton Hooker, que, dans le Sikkim, le *Microptelea Hookeriana* Pl. (*Microptelea parvifolia*, herb. Kew), dont l'espèce d'Aix se rapproche beaucoup par le fruit, croît à une élévation de 4000 à 5000 pieds anglais (1200 à 1500 mètr.), c'est-à-dire en dessous de la limite des genres tempérés, bien que plusieurs d'entre eux, entre autres les *Rubus*, *Fragaria* et *Quercus*, descendent plus bas encore le long des contreforts de l'Himalaya. A cette hauteur, dans le Sikkim, la végétation arborescente consiste surtout dans des Légumineuses, des *Gordonia*, *Cedrela*, des Sapindacées, et comprend encore des groupes éminemment tropicaux, comme les *Pothos*, *Calamus*, *Gnetum*, *Vitis*, des Araliacées, des Bignoniacées, etc. Il n'est pas besoin d'insister sur les rapports de cette végétation avec celle de l'ancienne localité tertiaire. Le *Microptelea* se montre aussi dans le Boutan et les montagnes du Khasia, d'où il descend jusqu'au niveau de la mer. — Il est évident que dans le calcul de l'élévation probable de la température à l'époque des gypses d'Aix, nous ne pouvons obtenir, en combinant ces divers indices, qu'une sorte de moyenne approximative. Nous avons essayé d'y parvenir en relevant les températures moyennes des régions qui paraissent offrir le plus de rapports avec la Provence éocène, au point de vue des éléments végétaux. Ce sont les contrées suivantes, échelonnées dans l'ordre croissant du degré moyen de température de chacune d'elles, à partir du Japon, qui est la moins chaude et la plus avancée vers le nord,

jusqu'à Java et Timor, qui sont situés sous la ligne. Les chiffres que nous donnons sont des nombres ronds, dont nous avons retranché les fractions.

Kathmandu (Népaul)	17°
Japon méridional (Nangasaki)	18
Région du Cap	20
Canaries	21
Iles du Cap-Vert	24
Hindoustan, Maurice, Philippines	25
Abyssinie, Java et Timor	26

La moyenne serait 22 degrés centigrades, et cette moyenne, quoique peut-être un peu faible, ne doit pas s'écarter beaucoup de l'ancienne réalité. Les températures de 18, 20 et même 21 degrés centigrades, ne rendent pas compte de tous les phénomènes ; celle de 26 degrés exclut trop absolument les formes tempérées; c'est entre 22 et 24 que se rencontre probablement la vérité.

Pour retrouver les conditions de climat auxquelles les plantes des gypses d'Aix étaient adaptées, c'est surtout leur faciès et leurs aptitudes que nous devons interroger. Nous savons déjà combien cette flore était variée et quelle richesse de types et de formes elle comprenait réunis sur un étroit espace. Mais ce qui frappe dans l'ensemble, c'est le faible développement des organes appendiculaires et souvent la petitesse des différentes parties comparées à celles qui leur correspondent le plus directement dans l'ordre actuel. Rien de plus rare que des feuilles offrant de l'ampleur ; les plus grandes sont celles de quelques Araliacées, qui sont pourtant loin d'égaler l'*A. Hercules* Ung., d'Armissan. Les feuilles du *Magnolia Dianæ* Ung., qui doivent compter ensuite parmi les plus grandes, n'excèdent pourtant pas en tout un décimètre de longueur. Le *Sterculia tenuiloba* Sap., prendrait place parmi les plus médiocres du genre par la faible étendue de ses feuilles, et l'on peut faire la même observation en ce qui touche les *Lygodium*, *Nerium*, plusieurs *Rhus*, la plupart des *Quercus* et des *Myrsine*. Les fruits du *Paliurus tenuifolius*

mesuraient à peine un centimètre en diamètre, et un autre exemplaire trouvé récemment est encore plus petit. Il en est de même de la samare du *Microptelea*, et de beaucoup de cônes de *Pinus*. Les rameaux de ces derniers arbres, qui sont venus parfois jusqu'à nous, sont menus, peu ramifiés, quoique munis de longues feuilles; ils se terminent généralement par un seul bourgeon, et s'allongeaient dans certains cas pendant plusieurs années, sans produire de ramifications, circonstance qui annoncerait, à ce qu'il semble, des arbres grêles et de taille médiocre. C'est là une sorte de caractère propre à l'ensemble de la flore, auquel il faut joindre la consistance coriace, le contour ordinairement étroit, souvent épineux sur les bords, et la complication extrême du réseau veineux, presque toujours plus fin dans les empreintes fossiles qu'à la surface des feuilles vivantes congénères. On est presque invinciblement amené à croire qu'à l'exemple de l'Australie et de la Nouvelle-Calédonie, la végétation des gypses d'Aix renfermait beaucoup d'arbustes de petite taille, confusément associés et uniformes d'aspect, bien que distincts par les genres très-variés auxquels ils appartenaient. Les feuilles à consistance souple, membraneuse, et à parenchyme délicat, devaient être excessivement rares, et je ne saurais guère citer qu'un *Acer*, l'*A. sextianum*, qui ait été dans ce cas, le *Cercis antiqua* lui-même, paraissant avoir eu des feuilles plus ou moins coriaces, à l'exemple du *Cercis japonica* actuel. Ce serait pourtant tomber dans un excès opposé que de vouloir généraliser ce qui précède et de considérer la végétation qui se pressait autour du lac gypseux comme composée exclusivement d'arbres nains ou dépourvue de formes plus vigoureuses que celles des groupes correspondants de l'ordre actuel. Les feuilles d'un *Laurus* ont à peu près la dimension de celles de notre *Laurus nobilis* L. Les *Cinnamomum* offrent des proportions intermédiaires entre les moindres et les plus amples du genre. Il en est de même des *Myrica*, alors si multipliés, des *Ficus* comparés aux espèces du Cap, des Protéacées rapprochées des *Leucadendron*, des *Grevillea* et des *Lomatia*, enfin du *Zizyphus paradisiaca* Heer, qui figurerait parmi ceux dont les feuilles sont les plus grandes.

Si les Palmiers n'annoncent que des dimensions médiocres, un *Dracæna*, le *D. Brongnartii*, semble taillé sur un patron encore supérieur en grosseur à celui du *D. draco* L. Le *Juniperus ambigua* Sap. avait la dimension de notre Sabine ; le fruit du *Populus Heerii* égale ceux du *P. euphratica*, son proche voisin, et le Lentisque d'Aix, *Pistacia aquensis* Sap., avait certainement des feuilles munies de folioles plus longues et plus nombreuses que celles de notre Lentisque. Les plantes aquatiques, que les conditions atmosphériques devaient peu affecter, atteignaient à d'assez grandes dimensions. Ainsi, le *Vallisneria bromeliæformis* Sap. dépassait par la largeur de ses feuilles toutes les formes vivantes ; le *Typha latissima* présentait, comme l'indique son nom, des feuilles supérieures à celles de notre *Typha*, et le *Nymphæa gypsorum* Sap. aurait pu le disputer au *N. alba*, par l'ampleur de ses feuilles, tandis qu'il l'emportait par l'épaisseur de ses rhizomes, dont les Mammifères amis des marécages étaient sans doute friands. Les grands arbres étaient loin d'être absents, comme nous le verrons bientôt ; seulement ils se tenaient généralement à l'écart, et leurs fleurs, leurs fruits, plus rarement leurs feuilles ou leurs folioles, sont parvenus jusqu'à nous en nombre restreint, tandis que la lisière de végétaux qui entourait immédiatement les approches de l'ancien lac était plutôt composée d'arbustes, dont les feuilles abondent nécessairement dans les lits éocènes.

Si l'on consulte, dans le but de déterminer la nature probable du climat à l'époque des gypses, les affinités manifestées par les espèces de l'ancienne flore, avec l'Afrique d'une part, l'Asie austro-orientale de l'autre, il est possible de dresser les deux tableaux suivants :

1° AFFINITÉS ASIATIQUES.

ESPÈCES FOSSILES.	ESPÈCES VIVANTES ANALOGUES.
1. *Podocarpus Lindleyana* Sap......	*P. neriifolia* R. Br. — Népaul.
2. *Dracænites minor* Sap...........	*Dracæna angustifolia* Roxb. — Java.
3. *Vallisneria bromeliæformis* Sap..	*Vallisneria* Sp. — Philippines.
4. *Myrica aquensis* Sap.............	*M. longifolia* Teysm. et Binendj. — Java.
5. *Clethropsis antiquorum* Sap......	*C. firma* Sieb. et Zucc. — Japon.
6. *Microptelea Marioni* Sap.........	*M. Hookeriana* Pl. — Sikkim.

tacées dont le développement se fait à peine sentir à l'époque des gypses d'Aix.

Les familles de Phanérogames inscrites jusqu'à présent sont au nombre de 54, dont 13 appartiennent aux Monocotylédones et 41 aux Dicotylédones, en y joignant les trois familles de Gymnospermes. Dans ce nombre, les deux tiers au moins comprennent exclusivement des végétaux ligneux, arborescents ou frutescents, et la proportion est encore dépassée, si l'on ajoute les tribus de Légumineuses qui sont dans le même cas, comme les Sophorées, Cæsalpiniées et surtout les Mimosées. Les familles exclusivement herbacées sont généralement des plantes aquatiques, comme les Alismacées, Naïadées, Hydrocharidées et Nymphéacées, ou des Monocotylédones, soit marécageuses, soit terrestres, comme les Graminées, Cypéracées, Centrolépidées. La présence d'un certain nombre de Dicotylédones terrestres de nature herbacée doit cependant être considérée comme probable, quoique non prouvée. Les exemples en sont fournis par des Composées, une Solanée de type ambigu, une Chénopodée?, enfin un *Trifolium?* et une Viciée. En résumé, on peut dire que les types purement herbacés, dont l'ancienne existence peut être admise comme certaine, se réduisent, parmi les Dicotylédones, aux seules Nymphéacées, à qui leur habitat aquatique enlève toute signification à l'égard de la question en litige; en sorte que pour cette flore aussi bien que pour la plupart de celles de l'âge tertiaire, on demeure forcément dans l'incertitude au sujet du rôle dévolu aux plantes herbacées dans l'économie végétale d'alors. Il n'est pas invraisemblable d'avancer cependant que les groupes exclusivement herbacés, si abondants en espèces dans l'ordre actuel, surtout en Europe, comme les Ombellifères, les Labiées, les Composées et les Lotées, étaient alors plus ou moins subordonnés. On le prouve au moins indirectement. En effet, les fruits d'Ombellifères auraient eu autant de chance de conservation que ceux des Araliacées, si le premier de ces groupes avait été répandu alors comme aujourd'hui, et pourtant nous avons plusieurs spécimens de ces derniers et aucun des autres. Les Composées, représentées par

leurs fruits à aigrette, comptent 21 espèces à Œningen et 2 seulement à Aix (1); les Lotées n'ont laissé dans cette dernière localité que des traces insignifiantes, tandis que les Mimosées y présentent dix espèces et les Sophorées au moins deux, basées sur des fruits.

Il est donc impossible, même en faisant toutes les réserves légitimes, de ne pas admettre pour l'âge éocène et jusque dans le tongrien et le miocène inférieur, une prépondérance énorme des familles de végétaux ligneux sur les groupes de plantes purement herbacées, c'est-à-dire le contraire de ce qui existe maintenant. C'est là du reste ce que l'on observe aujourd'hui encore dans les régions qui semblent reproduire avec le plus de vérité l'aspect de l'Europe tertiaire, comme la Nouvelle-Zélande, l'Australie et encore plus la Nouvelle-Calédonie.— Des 54 familles qui habitaient alors les environs d'Aix, une est entièrement éteinte, celle des Rhizocaulées, qui se rattache pourtant de fort près aux Restiacées et aux Ériocaulées ; 11, auxquelles il convient de joindre les Mimosées, se sont éloignées de l'Europe : ce sont les Centrolépidées, Musacées, Protéacées, Myrsinées, Sapotacées, Ébénacées, Magnoliacées, Sterculiacées, Sapindacées, Pittosporées et Zanthoxylées. Les Centrolépidées et les Protéacées sont maintenant reléguées dans l'hémisphère austral, mais les plantes tertiaires classées sous ces dénominations ne sont pas encore assez bien connues pour permettre de déterminer la nature exacte du lien qui les unissait à celles qui leur correspondent le mieux dans l'ordre actuel. Toutes les autres sont des familles amphigées, c'est-à-dire répandues à la fois dans les deux continents, et dont l'existence actuelle est par conséquent en rapport avec leur ancienneté présumée. Les Magnoliacées ainsi que les Myricées doivent compter parmi les groupes dont l'origine remonte certainement au delà des temps tertiaires. Parmi les familles que notre continent a conservées, il est digne de remarque que 8 au moins, savoir, les Palmiers, Taxinées, Myricées, Morées, Laurinées,

(1) Une troisième espèce vient d'être recueillie au moment de l'impression du mémoire.

Araliacées, Juglandées, Myrtacées, se trouvent réduites maintenant à une espèce européenne unique, et tendent par conséquent à disparaître. On pourrait y joindre les Ilicinées, puisque l'*I. balearica* Desf. ne constitue guère qu'une race, et même les Pittosporées et les Myrsinées, dont les îles Canaries, non loin de l'Europe, renferment encore des représentants isolés.

La prépondérance numérique de certaines familles, disposées dans l'ordre de leur importance relative, jusqu'à concurrence de la moitié du nombre des Phanérogames fournit un moyen d'investigation que nous ne saurions négliger. — Dans la flore des gypses d'Aix, ces familles sont disposées dans l'ordre suivant :

Légumineuses	Papilionacées	19	29
	Mimosées	10	
Anacardiacées			13
Protéacées			13
Myricées			10
Graminées			10
Ebénacées			10
Abiétinées			7
Pomacées			7
			99

Viennent ensuite, avec 6 espèces chacune, les Palmiers, Taxinées, Cupulifères, Myrsinées, Éricacées, Araliacées. On voit qu'en comptant à part les Mimosées, il faut énumérer au moins 11 familles pour obtenir la moitié des Phanérogames. Ce résultat permet d'affirmer que la flore des gypses d'Aix était riche en espèces d'une manière absolue, puisque, d'après une loi formulée par M. A. de Candolle (1), plus une flore est riche, plus il faut énumérer de familles, en commençant par les plus nombreuses, pour englober une moitié du nombre total des Phanérogames. Il en faut 16 au Japon, 12 au pays d'Assam, 17 à la

(1) J'avertis une fois pour toutes que les détails de statistique végétale et tous les chiffres sur lesquels je m'appuie, sont empruntés à l'ouvrage de M. Alphonse de Candolle, intitulé : *Géographie botanique raisonnée, ou Exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'Europe actuelle.* Paris et Genève, 1855.

Nouvelle-Grenade et 11 à Timor, région auprès de laquelle nous pouvons, sous ce rapport, ranger notre flore fossile.

Il faut seulement 9 familles pour parvenir au même résultat dans la flore des quatre étages réunis de la molasse. Il semblerait donc que la variété des formes ait été plus grande, aux environs d'Aix, vers la fin de l'éocène que plus tard en Suisse, dans le miocène; nous sommes tenté d'accepter ces conclusions, tellement la diversité nous paraît être le caractère dominant de la végétation dont nous traçons le tableau.

Dans la flore des gypses d'Aix, non-seulement les Légumineuses occupent le premier rang, comme dans la plupart des flores intertropicales actuelles de l'ancien et du nouveau continent, mais elles atteignent une proportion de 13 pour 100, pour l'ensemble des Phanérogames, proportion parfaitement en rapport avec celle de 12 sur 100 qui est fréquente, selon M. de Candolle, dans certaines régions chaudes, telles que Timor, le Congo, etc. La proportion des Graminées relativement au total des Phanérogames, qui est de 4,5 sur 100, est en rapport avec les minima relatifs de cette famille, tels qu'on les observe à la Nouvelle-Guinée et à la Nouvelle-Grenade. La proportion des genres par familles, qui est de 1,5 à 1,6, est à peu près celle que l'on remarque actuellement à l'île de Keeding, dans celle de Norfolk (1,6) et à l'Ascension (1,8). — Le nombre des espèces, dans la flore des gypses, s'élève actuellement en moyenne à 2,5 ou 2,6 par genre de Phanérogames Cette même proportion est indiquée par M. de Candolle, pour les environs de New-York, le Calvados, le territoire de Padoue, la presqu'île du Sinaï et Madère; c'est aussi le chiffre de la Nouvelle-Zélande (2,5). Mais il est juste d'observer que l'énumération précédente, sauf en ce qui concerne le dernier pays, s'applique à des régions parfaitement explorées, où aucune espèce n'a échappé aux naturalistes, ce qui ne saurait être le cas de la flore fossile d'Aix. La comparaison serait plus juste avec la Nouvelle-Zélande dont le chiffre proportionnel atteindra sans doute 2,8 ou 2,9, lorsque le pays sera mieux connu.

Nous allons maintenant aborder l'étude des genres en parti-

culier, c'est-à-dire une des parties les plus sérieuses de notre examen. Mais nous devons en premier lieu préciser le plus possible le caractère et les conditions de cette étude, afin de la serrer de près et de retirer d'elle toutes les conséquences qu'elle comporte. Pour cet objet, tous nos genres, au nombre de 89, sont loin d'avoir la même valeur. Plusieurs sont vagues et artificiels, comme les *Poacites*, *Anacardites*, *Leguminosites*, *Cæsalpinites*, etc. ; nous devons les laisser entièrement de côté ; d'autres sont entachés d'incertitude bien que probables, *Olea*, *Myrtus*, *Daphne*, ou bien manquent de précision et constituent plutôt des cadres propres à renfermer les espèces que des types déterminés, *Aralia*, par exemple : nous les négligerons comme les premiers. Nous n'insisterons pas non plus sur certains types de Cryptogames et de Monocotylédones aquatiques ou marécageuses, *Chara*, *Marchantia*, *Sparganium*, *Typha*, *Potamogeton*, universellement répandus et dont la présence dans la flore tertiaire n'a rien qui doive surprendre. Enfin, pour rester dans le vrai, nous ne prendrons pas même tous les genres, tels qu'ils figurent sur notre liste ; plusieurs d'entre eux se divisent en deux ou plusieurs types distincts, et l'un de ces types a pu être représenté dans la flore des gypses, tandis que l'autre en était exclu. Dans ce cas, mentionner le genre ne suffit pas évidemment et un exemple servira à le démontrer. Le genre *Quercus* existe à Aix, mais représenté par des formes à feuilles persistantes, plus ou moins coriaces, dont aucune ne rappelle nos *Robur*, tandis que l'une d'elles appartient évidemment au type de nos *Ilex* et *coccifera ;* c'est donc ce dernier type que nous devons signaler et non pas celui des Chênes en général.

Voici une liste, dressée sur ces bases, de 25 genres ou types, dont l'existence dans la flore d'Aix a été constatée d'une manière certaine ou au moins très-probable, qui tous sont demeurés européens et dont la plupart sont encore indigènes de la région provençale.

Pteris.	*Smilax.*
Cheilanthes.	*Vallisneria.*
Pinus (type des *Pinaster*).	*Myrica.*
Juniperus (type des *J. sabina* et *phœnicea*).	*Quercus* (type des *Q. Ilex* et *coccifera*).

Ostrya.
Ficus.
Populus (type du *P. euphratica*).
Osyris.
Laurus.
Nerium.
Andromeda.
Vaccinium.
Cornus.
Nymphæa (type des *Castalia*).
Acer.
Ilex.
Paliurus.
Pistacia.
Rhus.
Cotoneaster.
Cercis.

L'immense majorité de ces genres ou de ces types, lorsqu'il s'agit de genres comprenant plus d'un type, se trouvent maintenant réduits à une seule espèce, au plus à deux ou trois, en Europe. Ceux qui comptent plus de trois espèces, dans l'Europe centrale, sans être divisés en plusieurs types, sont au nombre de quatre seulement *Pinus*, *Vaccinium*, *Acer*, *Rhus*. Quelques-uns se sont réfugiés sur le haut des montagnes, comme les *Andromeda*, dans certaines stations, comme les *Vaccinium;* deux d'entre eux, les *Myrica* et *Ostrya*, n'existent plus en Provence, mais un plus grand nombre sont caractéristiques pour la végétation méditerranéenne, et nous devons noter spécialement les *Cheilanthes*, *Juniperus*, *Laurus*, *Nerium*, *Cornus*, *Nymphæa*, *Paliurus*, *Pistacia*, *Cotoneaster* et *Cercis* de l'ancienne flore, comme représentant des formes alliées de trop près à celles qui persistent encore au centre du même pays, pour que la filiation des unes par les autres ou la descendance des unes et des autres d'un ancêtre commun, assez peu antérieur à l'âge des gypses, ne s'offre pas à la pensée comme l'expression la plus naturelle des faits. Onze de ces types, environ les deux cinquièmes du nombre total, pénètrent encore en Scandinavie, où sept d'entre eux dépassent même les limites du cercle polaire. Le genre *Andromeda* est un de ceux qui s'étendent le plus loin dans toutes les directions, puisqu'il est à la fois arctique et tropical; sa limite boréale passe par le Groenland, le Cap nord et la Sibérie, en laissant pourtant de côté l'Islande. L'aire des *Vaccinium*, encore plus étendue vers le nord que celle des *Andromeda*, puisqu'elle comprend même l'Islande, occupe, à l'aide de représentants plus ou moins dispersés, non-seulement les îles de l'Afrique, Madère, Madagascar, mais encore l'Inde boréale et jusqu'aux îles Sandwich.—Le genre *Myrica*, dont l'extension est immense,

du Pérou à Java et à la Nouvelle-Hollande, du Mexique au Japon, de Madagascar à la Bothnie septentrionale, s'arrête vers les limites de la Laponie. Nous ne parlons pas du genre *Pteris*, encore plus universel, ni des *Pinus*, qui occupent l'hémisphère boréal tout entier, ni des *Populus*, partagés d'ailleurs en plusieurs types. L'extrême limite des *Acer* peut être fixée à Pitte, un peu au delà du 65° degré ; les *Cornus* ne dépassent pas en Ostrogothie le cours d'eau qui déverse dans la Baltique le trop-plein du lac Wetter ; enfin les *Ilex*, extirpés récemment du sol suédois, n'existent que dans les parties méridionales de la Norvége. — Le type des *Castalia* s'avance, par contre, jusqu'aux îles Lofoden en Scandinavie, et dans la région britannique jusqu'aux Shetland, sans atteindre ni les Féroé, ni l'Islande. — Le genre *Cotoneaster* ne va pas aussi loin dans la direction du nord que le précédent, mais il présente une distribution géographique tellement en rapport avec sa présence durant la végétation tertiaire, qu'il mérite l'attention. Il ne comprend au plus qu'une vingtaine d'espèces. Au nord, son aire embrasse une partie de la Suède jusque vers le 65ᵉ degré ; mais en Angleterre on ne l'observe plus que sur un seul point du pays de Galles, et, à l'est, il s'arrête sur les bords de la Narowa, en Esthonie, au 58ᵉ degré ; il se montre ensuite dans la Sibérie altaïque et dans la Daourie, à l'extrême occident ; il existe au Mexique, puis sa limite méridionale passe par l'Atlas, le Liban et rejoint le Népaul. Son aire décrit ainsi, vers le centre de l'hémisphère boréal, un ellipsoïde irrégulier, étendu dans le sens des longitudes, tracé à l'aide d'une ceinture de stations disjointes. Nous signalerons bien d'autres exemples de cette disposition géographique parmi les genres dont l'origine constatée remonte haut dans le passé. La limite méridionale des *Cornus* suit, à travers l'ancien continent, à peu près la même direction, puisque au sortir de l'Amérique elle passe par le Portugal et les rivages sud-méditerranéens, pour aller atteindre le Népaul et les Indes. Les *Ilex* ont des attaches tropicales plus marquées : répandus jusque dans l'Amérique du Sud, on les retrouve aux Açores, Madère, Canaries, et, depuis l'Afrique boréale jusqu'à l'extrémité opposée de ce continent,

on les suit à travers Madagascar, Maurice, Java, jusqu'en Chine, au Japon et dans la Nouvelle-Calédonie. C'est là un des genres les plus diffus et les plus fractionnés qu'il soit possible de signaler. Les autres types, encore indigènes, s'arrêtent tous maintenant au-dessous du 50° degré et la plupart ne dépassent pas le 45°; mais le tracé des limites boréales de leur aire présente, pour beaucoup d'entre eux, des particularités que d'anciennes connexions géographiques suffisent seules à expliquer. Ainsi, la limite du type des *Quercus Ilex*, *Suber* et *coccifera* touche à Nantes, descend à Bayonne, passe entre Alais et Villefort (Gard), ensuite à Montélimart, traverse l'Istrie, la Dalmatie, la Thrace, puis l'Asie Mineure et le Kurdistan, la Perse, l'Afghanistan, pour aller aboutir au Népaul et au Japon. La limite méridionale s'écarte assez peu de la première par le sud de l'Espagne, l'Algérie, l'île de Chypre et les environs de Jérusalem; elle dessine une ligne subparallèle à la première, qui donne lieu à une zone dont la partie la plus large correspond au bassin de la Méditerranée. Dans le sens des longitudes, ce type pénètre au delà même du Japon, jusque sur le rivage opposé de l'Amérique, dans les parages de la Californie. On peut en dire autant des genres *Cercis*, *Paliurus*, *Pistacia*, dont les aires actuelles sont constituées par des lignes étendues dans le sens des méridiens et ne se composent que de stations disjointes, qui partent de l'Amérique pour aboutir à l'extrême Asie. Les *Paliurus* et *Pistacia* vont du Mexique à l'Asie orientale en englobant la région méditerranéenne et la Perse, les *Çercis* du Canada à la Chine et au Japon, avec une seule station intermédiaire sur les bords de la Méditerranée, dont les points les plus avancés au nord sont, en France, les environs de Narbonne et ceux de Montélimart.— Les *Ostrya* sont limités par une ligne analogue de la Virginie à l'Istrie, puis à travers la Carniole jusqu'au Taurus et au Népaul. Les *Nerium*, plus restreints, partent des deux rivages opposés de la Méditerranée, Saint-Tropez et Nice au nord, l'Algérie au sud, pour occuper la Perse et aboutir aux Indes et à Java. Enfin, les *Laurus* embrassent actuellement, avec les Açores et les Canaries, le bassin entier de la Méditerranée, sans dépasser au nord les envi-

rons de Toulon et de Montpellier, à l'état spontané, et s'arrêtent à l'orient en Asie Mineure.

Ces exemples prouvent la ténacité de certains types qui depuis un temps excessivement long ont persisté aux mêmes lieux sans jamais varier beaucoup. Est-il nécessaire d'insister sur la coïncidence naturelle des tracés de la plupart de ces aires d'habitation, coïncidence bien propre à révéler entre les types eux-mêmes des affinités en rapport avec une communauté présumée d'origine et une distribution géographique déjà ancienne, due à des circonstances sans liaison avec les phénomènes auxquels nous assistons. La distribution géographique actuelle serait ainsi le résultat de causes qui depuis longtemps auraient cessé d'agir et s'expliquerait uniquement par elles. Elle serait peu compréhensible au contraire, si l'on ne voulait admettre aucun lien de filiation entre les formes actuelles et les formes fossiles, en les supposant créées chacune isolément, et les premières dispersées sans raison apparente sur une immense étendue de pays.

Les genres éteints, et par conséquent appartenant en propre à la végétation tertiaire, formeraient sans doute un des éléments importants de la flore des gypses d'Aix, si celle-ci était parfaitement connue; mais à ce point de vue il est fort difficile de se procurer des éléments de détermination qui ne soient pas incomplets, puisque, d'une part, les feuilles isolées ne suffisent presque jamais pour justifier l'établissement d'un genre particulier, et que, d'autre part, sans le secours de l'analyse intérieure, on demeure incertain bien souvent au sujet de la véritable affinité des fruits et des semences qui ne paraissent pas directement assimilables aux organes correspondants des genres actuels. Les échantillons de ces sortes d'organes sont assez répandus pour faire croire à l'existence d'une série de genres plus ou moins distincts de ceux de l'ordre actuel. Les frondes des Palmiers notamment, réunies sous la dénomination commune de *Flabellaria* ou de *Sabalites*, sont loin de rentrer aisément dans les sections connues aujourd'hui; l'Europe d'alors a dû posséder des types spéciaux de Palmiers. Il doit en être de même de quelques-unes au moins des plantes réunies sous la dénomination de Protéacées, particulièrement

des semences nommées *Embothrites*. Les *Anacardites* dénotent aussi la présence de types dont le degré d'analogie avec ceux de nos jours, ne saurait être défini avec précision. Le nombre des genres éteints se trouve ainsi diminué de tous ceux dont il est impossible de saisir les vrais caractères. Il reste cependant les neuf types suivants qui paraissent susceptibles d'être déterminés avec une certaine précision.

Podostachys Mar.	*Solanites* Sap.	*Palæocarya* Sap.
Rhizocaulon Sap.	*Aralia calyptrocarpa* Sap.	*Heterocalyx* Sap.
Pseudo-phragmites Sap.	*Bombax sepultiflorum* Sap.	*Micropodium* Sap.

Ces types ont une valeur des plus inégales. Les uns, comme les *Rhizocaulon*, représentent à eux seuls une tribu ou même un ordre. Les *Podostachys*, encore rares dans la flore des gypses, mais dont le rôle a été considérable dans le tongrien et le miocène inférieur, paraissent se rattacher au petit groupe australien des Centrolépidées, sans rentrer dans aucun de leurs genres actuels. La fleur du *Solanites* révèle un type ambigu, voisin des Solanées et des Borraginées, constituant peut-être un terme moyen entre ces deux familles. La place de l'*Aralia calyptrocarpa* et du *Bombax sepultiflorum* est plus aisée à définir. Ce sont là des sous-genres dont les caractères différentiels, basés sur l'examen des organes de la reproduction, peuvent être rigoureusement précisés. Les fruits du genre *Micropodium* annoncent une Sophorée qui ne saurait être bien éloignée des *Cercis* et des *Calpurnia*. Les *Palæocarya* viennent se ranger auprès des *Engelhardtia*, avec lesquels on les a cependant confondus à tort jusqu'ici. Enfin les *Heterocalyx* (*Trilobium* olim) constituent un genre d'Anacardiacée bien distinct de ceux de nos jours, qui n'est pas sans rapport avec deux types brésiliens de cette famille. Ce sont là, on le voit, des analogies trop diverses et trop inégales pour donner lieu à aucune conclusion générale, sinon que l'ancienne végétation européenne, lorsque l'on remonte un peu loin dans le passé, renfermait, à l'exemple des autres contrées équatoriales, des éléments qui lui étaient propres, à côté de ceux qu'elle possédait en commun avec d'autres pays. On peut

ajouter cependant que cette catégorie, si peu nombreuse que soit encore la liste à laquelle elle donne lieu, fournit des indices curieux d'un phénomène plus accentué peut-être autrefois que maintenant, mais dont l'ordre actuel renferme aussi de nombreux exemples. Nous voulons parler du parallélisme des formes qui établit entre les deux hémisphères, l'austral et le boréal, une correspondance de leurs éléments végétaux respectifs. Ce ne sont pas des groupes identiques avec ceux qui caractérisent la zone boréale qui reparaissent dans celle du sud, mais des groupes similaires ou simplement analogues, qui cependant jouent le même rôle et tiennent la même place, avec des divergences plus ou moins sensibles.

C'est ainsi que le type des *Fagus* antarctiques est distinct de celui des Hêtres arctiques ; c'est ainsi encore que le genre *Sequoia* fait place dans le sud aux *Arthrotaxis*, et que les *Callitris* s'y trouvent remplacés par les *Frenela* et les *Libocedrus*. C'est le même phénomène par lequel les Protéacées et les Cycadées africaines ne sont pas congénères de celles d'Australie, et que les Epacridées jouent dans la Nouvelle-Hollande le rôle des *Erica* de l'ancien continent. On pourrait multiplier ces exemples tirés de l'ordre actuel, mais il est probable que si les temps anciens étaient mieux connus, la liste s'en accroîtrait encore. Les Cycadées secondaires européennes, autant que l'on peut en juger, ont été vis-à-vis des Cycadées du Cap et de l'Australie, ce que ces dernières sont les unes par rapport aux autres, c'est-à-dire des types non congénères, bien que pourvus d'une structure sensiblement analogue. Il est admissible qu'il en a été de même des Protéacées de l'Europe tertiaire, qui semblent avoir constitué un groupe plutôt ressemblant que vraiment identique avec celui de l'hémisphère austral. Les Rhizocaulées, qui tiennent une si grande place parmi les plantes aquatiques, dans l'Europe tertiaire, avant le développement des Cypéracées, ont dû correspondre aux Restiacées, dont elles se rapprochent par le mode d'inflorescence. L'Europe d'alors, nous venons de le voir, possédait des Centrolépidées et probablement des Palmiers qui lui étaient propres ; les *Palæocarya* répondaient aux *Engelhardtia*, dont ils se distinguent pourtant,

Notre continent a donc été successivement dépouillé de plusieurs des traits qui contribuaient autrefois à l'originalité de sa physionomie végétale.

Les genres actuellement exotiques, presque aussi nombreux d'une façon absolue, dans la flore des gypses, que ceux qui n'ont pas quitté le sol de l'Europe, dépassent ces derniers en importance et les égalent même numériquement, si l'on consent à faire abstraction à la fois, et des types qui se retrouvent presque partout à la surface du globe, et de ceux que nous retranchons comme entachés d'obscurité.

La liste suivante comprend 24 genres dont la détermination nous paraît offrir des garanties sérieuses d'authenticité, ou du moins chez lesquels se révèlent des indices d'affinité trop sensibles avec ceux de l'époque actuelle, pour être tout à fait trompeurs. Nous avons enlevé à plusieurs de ces genres la terminaison *ites* que nous leur conservons dans la description des espèces, par un excès de précaution, afin de donner un plus grand degré de précision au tableau des liaisons probables de la flore des gypses avec la végétation exotique du monde actuel.

Lygodium Sw.	*Cinnamomum* Burm.	*Sapindus* L.
Callitris Vent.	*Leptomeria* R. Br.	*Pittosporum* L.
Widdringtonia Endl.	? *Grevillea* R. Br.	*Zizyphus* Tournef.
Podocarpus Hérit.	? *Lomatia* R. B.	*Ailanthus* Desf.
Dracæna L. (type du *D. draco* L.).	*Myrsine* L.	*Caragana* Lam.
Musa L.	*Diospyros* L.	*Mimosa* Adans.
Clethropsis Spach.	*Magnolia* L.	*Acacia* Neck.
Microptelea Spach.	*Sterculia* L.	
	Bombax (type spécial).	

Il est impossible de soumettre ces genres à un mode d'examen uniforme; non-seulement ils diffèrent entre eux dans une large mesure, leur valeur absolue étant loin d'être la même, ainsi que leur importance relative, mais leur distribution actuelle varie essentiellement, les uns étant répandus dans les régions intertropicales du monde entier, tandis que les autres n'occupent sur la lisière des tropiques que des stations isolées, ou constituent des groupes disjoints, relégués dans un étroit espace et restreints à une seule région ou à un petit nombre de points.

Ce qu'il nous importe de rechercher, puisque aucun de ces

genres n'habite encore le sol européen, c'est seulement leurs relations avec ce sol, et par conséquent l'état actuel de ces relations comparé à l'état ancien. Ces genres ont été éliminés, les uns plus tôt, les autres plus tard ; mais, puisque nous les retrouvons dans d'autres pays, il est naturel de se demander si leur présence dans ces pays n'a pas sa raison d'être dans d'anciennes connexions qui auraient eu pour conséquence la possession commune des mêmes éléments de végétation par ces pays et le nôtre. Il nous importe donc de déterminer le point le plus rapproché de l'Europe méridionale où l'on rencontre ces genres. Au lieu de dire d'eux qu'ils se sont retirés, il serait plus exact d'affirmer qu'après avoir disparu de notre sol, ils ont persisté ailleurs sous l'empire de conditions demeurées favorables, ou bien encore qu'ayant eu autrefois la possibilité de s'étendre jusque dans nos contrées, leur limite septentrionale a dû ensuite opérer un mouvement de retrait vers le sud. Dès lors l'amplitude du retrait, si nous parvenons à la connaître, pourra nous dévoiler la nature du climat dont jouissait notre pays, en le comparant à ceux chez lesquels on observe la plus nombreuse réunion de ces genres. On conçoit donc que dans cet examen nous ayons plusieurs choses à considérer : d'abord où existent maintenant les genres devenus exotiques, et particulièrement par où passe leur limite boréale actuelle; ensuite à quelle élévation en latitude cette même limite doit être raisonnablement reportée en Europe, vers le milieu des temps tertiaires; quel est l'écart probable entre ces deux limites, et quelles sont enfin les conséquences qui en résultent au point de vue de la température d'autrefois. En dernier lieu nous devrons rechercher si la distribution actuelle des genres exotiques de la flore d'Aix n'entraîne pas quelque signification sous le double rapport de la permanence des types et de la filiation des formes comprises dans chacun d'eux. Un pareil examen pour être sérieux doit tenir compte, non-seulement des genres considérés en eux-mêmes, mais surtout des affinités particulières de chaque espèce fossile vis-à-vis de celles de l'ordre contemporain; en un mot, il est nécessaire de tenir compte en même temps ou plutôt concurremment de toutes les analogies que nous dévoile

l'étude de la flore des gypses. — C'est ainsi que nous allons procéder.

Avant tout, nous devons distinguer dans la liste donnée plus haut deux sortes de genres qui se retrouvaient aussi parmi ceux qui sont demeurés indigènes : les uns très-diffus, les autres restreints, isolés ou composés uniquement d'espèces rares et disjointes. Les *Smilax*, *Pteris*, *Andromeda*, *Ilex*, nous, ont déjà offert des exemples de la première catégorie; les *Ostrya*, *Paliurus*, *Pistacia*, *Cercis*, de la seconde. Les genres exotiques nous présentent cette même division.

Le genre *Lygodium*, presque entièrement intratropical, compte cependant encore, dans la Virginie, le Delaware et la Pensylvanie, une espèce qui s'avance jusqu'au 41° lat. La limite du genre redescend ensuite pour atteindre le Congo, vers 10° lat. S.; elle court par le Népaul et la Chine, pour aboutir au Japon, près de Nangasaki, vers 32° lat. N., dessinant ainsi une courbe allongée, dont l'Europe méridionale occupe le centre.

La limite boréale des *Podocarpus* touche, comme la précédente, au Népaul, traverse la Chine et aboutit au Japon vers 41° lat. N.; mais dans la direction de l'ouest, après avoir coupé l'Abyssinie vers 14° lat. N., elle se termine à la Jamaïque, vers 19° lat. N.

Les *Musa* appartiennent exclusivement à l'ancien monde. A l'état spontané, ils s'écartent peu de la zone intertropicale. Partie de la côte occidentale d'Afrique, la limite passe certainement par l'Abyssinie, où se montre, vers 15° lat. N., le magnifique *Musa Ensete* Gmel.; elle traverse ensuite l'Inde septentrionale, la Cochinchine et la Chine méridionale.

Les *Cinnamomum* s'étendent encore moins vers l'occident que les *Musa ;* ils sont exclusivement sud-asiatiques : leur centre principal doit être placé à Ceylan, Java, Sumatra; leur limite septentrionale est cependant le même que pour les précédents; elle part du Népaul, traverse la Chine et aboutit au Japon, vers 35° lat. N.

Les *Myrsine*, répandus dans les parties chaudes des deux hémisphères, ont leur limite extrême dans les Açores et les Ca-

naries ; cette limite traverse ensuite l'Abyssinie, l'Arabie, et va aboutir au Népaul, comme dans la plupart des cas précédents. Les formes avec lesquelles les espèces fossiles montrent de la liaison habitent maintenant, les unes les îles de l'Afrique et la région du Cap, les autres l'Arabie ou les Indes orientales.

Les *Diospyros* sont répandus sur un très-grand espace, du Brésil à la Virginie, de la région du Cap au bord de la Méditerranée, des îles de la Sonde au Japon. La limite extrême coïncide à peu près avec le 40° lat. N. en Amérique, en Europe et au Japon; mais ces derniers *Diospyros* sont des espèces à feuilles caduques qui diffèrent plus ou moins de ceux des gypses d'Aix, qui reproduisent visiblement le type des *Diospyros* tropicaux de l'île Maurice, de l'Inde et de la Chine méridionale. Les *Diospyros* à feuilles caduques se montrent à l'époque tertiaire dans la flore arctique, jusqu'au 70° degré. Le genre a donc reculé d'environ 30 degrés, et les formes alors indigènes du Groenland se sont réfugiées sur les bords de la Méditerranée, tandis que celles des environs d'Aix ne se retrouvent plus que dans les Indes ; dans le second cas, l'écart entre l'état ancien et l'état actuel est toujours d'au moins 20 degrés en latitude.

La limite boréale actuelle des *Magnolia*, qui comprennent, comme les *Diospyros*, des espèces à feuilles caduques et d'autres à feuilles persistantes et coriaces, s'écarte peu de celle de ce dernier genre, sauf que la région méditerranéenne y demeure étrangère, de manière à constituer une lacune complète entre l'Amérique du Nord et le Népaul. Le point le plus septentrional en Amérique est le Niagara (44° lat.) et la Pensylvanie pour le type à feuilles caduques, et la Caroline du Nord (35° lat.) pour le *Magnolia grandiflora*, dont se rapproche l'espèce des gypses par ses feuilles évidemment persistantes. La limite dans l'ancien monde passe par le Népaul, la Chine, et aboutit au Japon. Dans l'âge tertiaire moyen, ce même type se montrait dans l'île Disco, au Groenland, par 70° lat. C'est encore un écart d'environ 30 degrés entre l'extension ancienne et celle qui existe maintenant.

Les *Sterculia*, compris universellement dans la zone intertro-

picale, au Mexique, à la Sénégambie, dans l'Afrique occidentale et dans les Indes, ne s'en écartent que par une seule de leurs espèces, le *S. platanifolia*, indigène de la Chine, qui est cependant sensible au froid des hivers rigoureux dans le midi de la France.

Les Bombacées, plus exclusivement tropicales, constituent un groupe dont l'espèce d'Aix faisait partie au même titre que les genres ou sous-genres qui y sont actuellement compris. La limite du groupe, représenté en Amérique par des *Bombax*, *Chorisia*, *Pachira*, en Afrique par l'*Adansonia*, de la Sénégambie en Abyssinie, ne dépasse pas et souvent même demeure en deçà de la ligne du tropique. En Asie, les *Eriodendron* et *Salmalia* ne sortent pas davantage des parties centrales de l'Inde. L'écart est toujours de 20 à 25 degrés au moins. Les *Sapindus* sont répandus dans toute la zone intertropicale. Une seule de leurs espèces s'avance jusque dans la Nouvelle-Géorgie et le Texas ; elle constitue une forme subtropicale qui ne supporterait pas le climat européen.

La limite boréale des *Zizyphus*, dans l'ancien continent, longe le bord méridional de la Méditerranée, en Barbarie, en Egypte, pour gagner la Syrie et ensuite la Chine; mais si l'on consulte l'affinité de l'espèce d'Aix et des autres espèces du même âge, on voit qu'elles rappellent de très-près le type des *Zizyphus celtidifolia* DC. (Java et Timor), *timoriensis* Dcne (Timor) et *venulosa* Wall. (Indes), c'est-à-dire les formes les plus exclusivement tropicales du genre. A cette époque, les *Zizyphus* pénétraient jusque dans le Groenland septentrional, vers 70° lat., et le type de ceux de Java et de Timor arrivait jusque dans la Côte-d'Or, où l'espèce d'Aix a été recueillie par 47° 30' lat. N. L'écart entre l'ordre ancien et l'ordre actuel se traduit donc encore par une différence d'au moins 25 degrés.

Les *Mimosa*, qui sont aujourd'hui exclusivement intertropicaux, donnent lieu aux mêmes observations. On en a observé des folioles conjuguées au sommet d'un pétiole commun, non-seulement à Aix, dans l'éocène supérieur, mais encore à Ronzon, dans le tongrien inférieur, et même dans les lignites du Bas-Rhin, près de Bonn. Deux empreintes bien caractérisées de cette dernière localité ont été figurées par MM. Ph. Wessel et Otto

ESPÈCES FOSSILES.	ESPÈCES VIVANTES ANALOGUES.
7. *Ficus pulcherrima* Sap...........	*Ficus tenax* Bl. — Java.
8. *Cinnamomum polymorphum* Heer.	*Cinnamomum Camphora* L.—Indes, Japon.
9. *C. sextianum* Sap..............	*C. zeilanicum* N. — Indes.
10. *Myrsine recuperata* Sap..........	*Myrsine capitellata* Wall. — Indes.
11. *M. spinulosa* Sap..............	*M. bifaria* Wall. — Indes.
12. *Diospyros discreta* Sap..........	*Diospyros reticulata* DC. — Indes.
13. *D. ambigua* Sap..............	*D. ramiflora* Roxb. — Indes.
14. *D. rugosa* Sap................	*D. lanceolata* Roxb. — Indes.
15. *Bombax sepultiflorum* Sap.......	*Bombax Gossypium* L. — Indes.
16. *Pittosporum Fenzlii* Ett..........	*P. tetraspermum* Wight et Arn. — Indes.
17. *Zizyphus paradisiaca* Sap........	*Z. celtidifolia* DC... / *Z. timoriensis* Dne.. } Ile Timor.
18. *Ailantus prisca* Sap............	*Ailantus malabarica* DC. — Indes trop.
19. *A. lancea* Sap.................	*A. excelsa* Roxb. — Indes trop.
20. *Cotoneaster assimilanda* Sap.....	*Cotoneaster affinis* L. — Népaul.
21. *C. major* Sap................	*C. frigida* Bot. reg. — Népaul.
22. *Acacia poinsianoides* Sap........	*Acacia modesta* Wall. — Pundjab. / *A. catechuoides* Benth. — Indes bor.

2° AFFINITÉS AFRICAINES.

ESPÈCES FOSSILES.	ESPÈCES VIVANTES ANALOGUES.
1. *Callitris Brongniartii* Endl.......	*Callitris quadrivalvis* Vent. — Afrique bor.
2. *Widdringtonia brachyphylla* Sap..	*W. cupressoides* Endl. — Afrique austr.
3. *Dracæna Brongniartii* Sap...... / 4. *D. sepulta* Sap..............	*Dracæna draco* L. — Iles Canaries.
5. *Smilax rotundiloba* Sap.........	*Smilax anceps* Willd. — Maurice. / *Sm. semiamplexicaulis* Boj. — Maurice.
6. *Myrica Saportana* Schimp...... / 7. *M. sinuata* Sap.............. / 8. *M. linearis* Sap.............. / 9. *M. ilicifolia* Sap..............	*Myrica æthiopica* L. — Afrique australe.
10. *M. aculeata* Sap.............. / 11. *M. Matheroni* Sap............ / 12. *M. pseudo-drymeja* Sap........	*Myrica salicifolia* Hochst. — Abyssinie.
13. *Ficus venusta* Sap..............	*Ficus capensis* Thb. — Afrique australe.
14. *Laurus primigenia* Ung..........	*Laurus canariensis* Webb. — Canaries.
15. *Proteoites extincta* Sap.........	*Leucadendri* sp. — Afrique australe.
16. *Daphne relicta* Sap............	*Daphne viridiflora* Wall. — Maurice.
17. *Olea proxima* Sap.............	*Olea lancea* Lam. — Maurice.
18. *Myrsine emarginata* Sap........	*Myrsine* sp. — Maurice.
19. *M. linearis* Sap..............	*M. angustifolia* E. Mey. — Afrique austr.
20. *Andromeda pulchra* Sap....... / 21. *A. subterranea* Sap.......... / 22. *A. atavia* Sap..............	*Andromeda salicifolia* Benth. — Maurice.
23. *A. linearis* Sap..............	*A. littoralis* Humb. — Madagascar.
24. *Diospyros rhododendrifolia* Sap...	*Royena lucida* L. — Afrique australe.
25. *D. corrugata* Sap..............	*R. villosa* L. — Afrique australe.
26. *Aralia redivivo* Sap............	*Cussonia paniculata* Eckl.—Afrique austr.
27. *Pittosporum pulchrum* Sap.......	*Pittosporum undulatum* DC. — Maurice.
28. *Celastrus pseudo-Bruckmanni* Sap.	*Celastrus brevifolius* Lam.—Afrique austr.
29. *C. adscribendus* Sap...........	*C. pyracanthus* L. — Afrique australe.
30. *C. venulosus* Sap.............	*C. serratus* Hochst. — Abyssinie.
31. *C. banksiæformis*..............	*Hartogia capensis* L. — Afrique australe.
32. *Rhus minutissima* Sap..........	*Rhus oxyacanthoides* Lam.—Afrique austr.

ESPÈCES FOSSILES.	ESPÈCES VIVANTES ANALOGUES.
33. *Rhus gracilis* Sap..............	*Rhus dioica* Boiss. — Afrique boréale.
34. *Cotoneaster obscurata* Sap.......	*C. nummularia* Frichm. — Afrique bor.
35. *Phaseolites clitoriæformis* Sap....	*Clitoria Ternatea* L. — Moluq.
36. *Acacia obscura* Sap.............	*Acacia fallax* E. Mey. — Afrique australe.
37. *A. lacera* Sap.................	*A. triacantha* Hochst. — Abyssinie.
38. *A. brevior* Sap................	*A. mellifera* Benth. — Abyssinie. *A. Verek* Guilm. et Perrot. — Sénégal.
39. *A. aquensis* Sap................	*Albizzia sericocephala* Benth. — Abyssinie.
40. *A. longinqua* Sap...............	*A. eburnea* L. — Afrique tropicale.

Les formes africaines dépassent donc de beaucoup en nombre les formes asiatiques dans la végétation des gypses d'Aix. Leur nombre s'accroîtrait encore, si l'on voulait y comprendre celles qui habitent à la fois l'Afrique boréale et le midi de l'Europe, comme les *Pteris*, *Laurus*, *Nerium*, *Quercus* (type des *Ilex*), *Paliurus* et *Pistacia*, etc. On arriverait ainsi à un chiffre plus que suffisant pour démontrer les attaches africaines de la flore que nous examinons. — De ces formes, 3 se rapportent aux Canaries, 8 à l'Afrique centrale ou à l'Abyssinie, 16 à l'Afrique australe et 10 aux îles de l'Afrique orientale, surtout à Maurice. On voit par là combien, en tenant compte des distances, soit dans le temps, soit dans l'espace, la conformité de physionomie est étroite entre la Provence éocène et la partie de l'Afrique qui s'étend de l'Abyssinie au Cap. C'est là évidemment le pays qui nous offre le tableau le plus ressemblant de ce que devait être le midi de la France, et c'est aussi vers ce même pays, ne l'oublions pas, que nous avons été ramenés par l'examen des autres éléments de la flore, spécialement par la proportion relative des deux grandes classes et des familles prédominantes. Dans la région du Cap, la Cafrerie, et généralement dans l'Afrique austro-orientale, le ciel est serein, les pluies sont rares, périodiques, réservées à certains mois, inconnues durant les autres. Il en est de même aux Canaries, ainsi que dans l'Afrique boréale. D'ailleurs les types dominants de la flore des gypses, *Callitris*, *Widdringtonia*, *Pinus*, *Acacia*, *Zizyphus*, etc., s'accommodent, si l'on a égard à leurs représentants actuels, d'un climat sec et chaud, et il en est de même du *Dracæna draco*, dans les îles Canaries.

Il suffit, pour achever cette démonstration, de considérer à la suite de quels événements ces types ont cessé d'être répandus aux alentours des lacs tertiaires, et par quelles essences ils furent remplacés presque partout, dans la période qui suivit le tongrien, c'est-à-dire dans l'aquitanien et le miocène proprement dit.

Les genres *Callitris*, et *Widdringtonia*, qui dominent à Aix sur les autres Cupressinées et s'y trouvent accompagnés de *Pinus* et de *Podocarpus* seulement, reparaissent dans les mêmes conditions à Saint-Zacharie et à Saint-Jean de Garguier. Dans les gypses de Gargas, le *Callitris* est associé au *Libocedrus salicornioides*, type des plus curieux, encore imparfaitement connu, qui se montre également à Armissan et à Radoboj, qui est très-rare dans la molasse suisse, mais dont M. Heer a signalé dernièrement plusieurs spécimens dans la flore miocène du Spitzberg. Les *Sequoia*, dont les aptitudes pour un climat et un terrain arides sont parfaitement connues, ne se montrent encore nulle part en Provence. Ils ont dû venir de proche en proche par le nord et par l'est (1). Les premiers paraissent dans la terre *pennocarnienne*, à monte Promina, à Sotzka (*Sequoia Sternbergii*), à Hæring en Tyrol (*Sequoia Sternbergii* et *Hardtii*). Le *Sequoia Langsdorfii* existe à Radoboj (*Taxites phlegetoneus* Ung., *Iconogr.*), mais il y est encore très-rare. Il abonde au contraire dans l'aquitanien de Suisse, d'où nous avons dit que le *Callitris* paraissait exclu. En revanche, le *Sequoia Sternbergii* Heer est à peu près inconnu en Provence. Une forme qui s'en rapproche beaucoup existe pourtant à Ceylas (Gard), en compagnie du *Comptonia dryandræfolia* Ung., et ensuite à Manosque. Le *Sequoia Tournalii*, qui diffère peu du *S. Langsdorfii*, abonde à Armissan, ainsi que le *S. Couttsiæ* Heer, qui rappelle le *Sequoia gigantea* actuel. Mais ces deux essences admettent encore à côté d'elles le *Callitris Brongniartii*, de même qu'à Hæring et à Radoboj. A Armissan, vers la base de l'aquitanien, la lutte se trouve donc engagée entre les deux types rivaux, mais les *Sequoia* taxiformes

(1) Consultez la carte de l'Europe éocène pour tous les détails qui suivent.

(*S. Tournalii* et *Langsdorfii*), qui représentent le *S. sempervirens* actuel de Californie, l'emportent bientôt non-seulement sur le *Callitris*, mais sur leurs propres congénères du type araucariforme (*S. Sternbergii*), qu'ils supplantent presque partout, et que pourtant on retrouve à Bilin, en plein miocène. Aux divers *Sequoia* vient se joindre un type probablement arrivé par le nord, comme les précédents, puisqu'on l'observe dans toutes les flores arctiques, c'est le *Glyptostrobus* (*G. europæus* Al. Br.), dont les exigences relativement à un sol et à un climat humides sont plus explicites, et qui se multiplie partout avec une extrême abondance. Les rares *Glyptostrobus* actuels vivent au sein des marécages de la Chine ou du Japon, et constituent un type allié, mais fort distinct des *Taxodium*. Ceux-ci, dont les aptitudes pour les stations aquatiques n'ont pas besoin de preuves, se multiplient en Europe à la même époque; ils arrivent en Provence à la suite du *Glyptostrobus;* mais, comme celui-ci, le *Taxodium* suit la route du nord, où son existence a été plusieurs fois constatée. Depuis ce premier âge, il a si peu varié, que, soit par les fruits, soit par les rameaux, on ne saurait séparer l'espèce fossile de celle de la Louisiane. Rien de plus net que cette marche, et la prospérité croissante des types amis d'un ciel pluvieux et d'un sol inondé explique le déclin corrélatif de ceux qui s'étaient auparavant accommodés d'une atmosphère sereine et de stations soustraites à l'action immédiate des eaux.

Dans la France méridionale, c'est-à-dire dans la région qu'affectionnaient le *Callitris* et les plantes qui lui étaient associées, particulièrement les Palmiers du type des *Flabellaria*, les *Widdringtonia*, les *Lomatites*, les *Rhizocaulon*, les *Diospyros* à calyces rugueux, les Myricées du type sud-africain, la lutte se prolongea longtemps, et le *Callitris*, si l'on peut s'exprimer ainsi, défendit le terrain pied à pied contre les envahisseurs venus des régions polaires ou boréales. A Armissan, nous l'avons déjà dit, le *Callitris* se trouve en possession d'une partie du sol, en présence des *Sequoia*, ses rivaux, et même du *Taxodium;* mais nous sommes seulement à la fin du tongrien, et le *Glyptostrobus* est encore absent. A Manosque, l'heure du déclin a sonné pour le type afri-

cain ; les *Sequoia* et le *Glyptostrobus europæus* occupent la plupart des points, et le *Callitris*, relégué sur le dernier plan, n'a laissé de lui que de faibles débris qui attestent pourtant sa présence ; celle des *Rhizocaulon* et des *Lomatites* n'est pas moins certaine. Le dépôt contemporain de Bonnieux nous montre également le *Callitris* toujours accompagné de ces mêmes types, mais l'exposition de la localité semble avoir été plus chaude et moins humide que celle de Manosque. Pour ce qui est des *Myrica* du type sud-africain, ils ont disparu partout pour faire place à ceux du type *dryandroides*, mieux appropriés, à ce qu'il paraît, aux conditions climatiques de l'époque. Enfin, dans les argiles de Marseille, récemment explorées par M. Marion, et dont l'âge est certainement postérieur à celui des dépôts précédents, les *Sequoia*, *Taxodium* et *Glyptostrobus* n'excluent pas encore le *Callitris*, bien que la physionomie de l'ensemble se soit presque entièrement renouvelée. Le mouvement que nous signalons était alors général, et à Coumi, en Eubée, malgré bien des divergences locales, on retrouve les mêmes *Sequoia* et *Glyptostrobus* dominant comme à Manosque, tandis qu'à côté d'eux les *Callitris* et *Widdringtonia* persistent bien réduits d'importance, mais toujours accompagnés, comme en Provence, des *Lomatites* et des *Diospyros* à calyce rugueux.

Il est donc bien certain que les types éocènes ont soutenu la lutte pour l'existence, avant de disparaître, et qu'au lieu d'avoir été remplacés brusquement, ils ont été éliminés d'une façon graduelle à la suite d'un temps très-long. Il n'est pas moins certain que l'humidité croissante doit être considérée comme la vraie cause de cette élimination, dont le résultat définitif a été l'effacement des anciennes limites qui avaient partagé l'Europe éocène en plusieurs régions végétales, et par suite l'uniformité de la flore dans la partie centrale de notre continent, et l'extension, devenue à peu près générale, de certains types de Conifères, tels que les *Sequoia*, *Chamæcyparis* et *Glyptostrobus*.

Nous serions entraîné trop loin si nous voulions suivre dans tous ses détails ce grand mouvement, et rapporter toutes les preuves qui attestent son caractère et son universalité. Il nous

faut pourtant insister sur quelques points essentiels. La constitution d'un climat plus humide, plus favorable à l'essor de la végétation et à l'ampleur du feuillage, fut suivie plus tard, c'est-à-dire après la première moitié du miocène, d'un abaissement lent et progressif de la température en Europe. Cet abaissement, d'abord très-peu sensible, s'accentua de plus en plus dans l'âge pliocène, et tendit à faire prévaloir des zones climatériques disposées dans le sens des latitudes, élevant une barrière entre le nord et le sud de notre continent. Il se peut qu'il y ait eu quelque connexité entre l'humidité croissante du début de l'époque miocène, et l'abaissement calorique de la fin de cette période; on aurait tort cependant de confondre les deux phénomènes : en réalité, ils ont agi séparément, quoique concurremment, et les effets de l'humidité croissante du climat sont bien distincts de ceux qu'a engendrés la diminution de chaleur, bien que ces effets aient pu coïncider dans beaucoup de cas. Il nous semble, à cet égard, que l'établissement d'un climat humide a dû être originairement indépendant de l'abaissement de la température, et que l'influence de ce dernier phénomène a dû être d'abord nulle ou à peine sensible. Dans tous les cas, l'humidité a produit ses effets naturels bien avant que le refroidissement ait fait agir les siens, et, en particulier, les espèces qui vinrent du nord, à un moment donné, semblent avoir été favorisées dans leur mouvement bien plus encore par l'extension des conditions propres aux climats humides, auxquelles ces essences étaient depuis longtemps adaptées, qu'à un abaissement quelconque de température. On peut puiser la preuve de cette manière de voir dans ce fait que les formes polaires se répandirent alors en Europe à côté d'autres végétaux, comme les Laurinées (*Laurus*, *Persea*, *Cinnamomum*), qui ne provenaient pas des régions du nord et auxquels cependant elles demeurèrent associées dans un même ensemble, de sorte que, dans un âge relativement récent, c'est-à-dire en plein pliocène, on les retrouve côte à côte aux environs de Lyon, aussi bien qu'en Italie, et que les uns et les autres ont fini par disparaître à peu près en même temps. — Seulement nous sommes porté à admettre que l'un des premiers

résultats du refroidissement, lorsqu'il devint sensible, fut d'accentuer les latitudes et d'introduire en Europe des diversités auparavant inconnues, de manière à revêtir la végétation du sud et du nord de ce continent de différences de plus en plus accentuées. Ainsi, la limite de la zone tropicale, qui se place au 55ᵉ degré de latitude, à la fin de l'éocène, a dû successivement descendre. Œningen n'accuse guère, à la fin du miocène, qu'un caractère subtropical ; dans le pliocène inférieur, les environs de Lyon possèdent seulement quelques traits tout à fait propres aux pays chauds, avec les genres *Bambusa*, *Persea*, *Laurus* (1). Plus tard on les observe, encore amoindris, en Provence, où le Laurier des Canaries a opéré une dernière étape avant de quitter entièrement le sol de l'Europe continentale. C'est donc par voie de retrait ou d'élimination que les derniers types tertiaires ont été chassés de notre pays : mais à l'époque où s'accomplit ce dernier phénomène, ce n'était plus seulement les variations d'humidité ou de sécheresse relative qui le déterminaient ; la grande cause était le froid, le froid toujours plus accentué dans le sens des latitudes, et non pas le climat pluvieux ou serein.

Ce qui le prouve effectivement, c'est que, devant ce phénomène développant de plus en plus ses conséquences fatales, tout a été balayé, les éléments anciens comme ceux qui étaient plus récents, les essences venues du nord à un moment donné, aussi bien que celles dont l'origine sur notre sol remontait aux temps éocènes. Toutes ont été plus ou moins, comme dans les âges antérieurs, quoique par suite d'une cause différente, repoussées

(1) De récentes découvertes, dues au zèle intelligent de M. Rames, géologue distingué d'Aurillac, prouvent que cet ensemble s'étendait, sans variations bien sensibles dans la physionomie, jusqu'aux montagnes du Cantal, dont il remontait les pentes. Des Laurinées, dont une ressemble prodigieusement au *Phœbe barbusana* des îles Canaries, associées à une Tiliacée (*Tilia subintegra* Sap.), à un Bambou et à un Aune pareil aux variétés à feuilles larges et orbiculaires de notre *A. glutinosa* (*A. glutinosa* Willd., var. β *denticulata* Regel, in DC., *Prodr.*, t. XVI, p. 137), se montraient à 600 ou 800 mètres d'altitude ; au-dessus croissaient un Hêtre, un Charme, un *Planera* et un *Abies ;* ce dernier difficile à distinguer de l'*A. Pinsapo*, si l'on en juge par la forme des écailles de ses cônes, seule partie de cette espèce qui soit encore connue. Les vestiges de cette végétation sont restés ensevelis sous les cendres basaltiques des volcans du Cantal.

peu à peu et reléguées finalement dans des limites qu'elles ne sauraient plus désormais franchir, à moins d'un retour partiel des anciennes conditions, éventualité qui n'est guère admissible.

Grâce aux découvertes de M. O. Heer sur la flore arctique du miocène inférieur, complétées par les études du même savant sur la végétation de la région baltique à la même époque, il est facile de démontrer que les espèces caractéristiques qui remplacèrent en Provence la plupart des types dominant lors de l'éocène sont réellement venues du nord, plusieurs même de l'extrême nord. Non-seulement, en effet, les *Sequoia* taxiformes (*S. Langsdorfii* Heer, *S. Norsdenskioldii* Heer, *S. brevifolia* Heer) et le *Taxodium distichum miocenicum* se trouvent universellement répandus dans ces régions, où existe également le *Glyptostrobus europœus* (Alaska, Mackenzie, Groenland), mais la plupart des essences qui se répandirent peu à peu à travers l'Europe miocène s'y montrent également, entre autres le *Platanus aceroides* Gœpp. (Alaska, Mackenzie, Groenland, Islande, Spitzberg), le *Liquiaambar europœum* Al. Br. (Alaska, Groenland), le *Planera Ungeri* Ettingsh. (Alaska, Groenland, Islande), le *Carpinus Heerii* Ett. (Alaska, Groenland), les *Salix macrophylla* Heer (Alaska, Islande), *varians* Gœpp. (Alaska), *Lavateri* Heer (Alaska), le *Diospyros brachysepala* Heer (Groenland), le *Liriodendron Procaccinii* Ung. (Islande), l'*Acer otopteryx* Gœpp. (Groenland, Islande), espèces auxquelles on pourrait joindre le type des *Tilia*, alors si répandus dans l'extrême nord et longtemps inconnus dans la plus grande partie de l'Europe.— Il est remarquable que toutes ces espèces n'ont pénétré en Provence que successivement, quelques-unes fort tard, peut-être même jamais. Leur marche par la direction du nord peut être constatée sans trop de difficulté. Les *Taxodium*, *Glyptostrobus* et *Sequoia* se trouvent dans la région baltique, ainsi qu'à Bilin. La première de ces régions possède une portion notable des espèces que nous avons citées, la seconde presque toutes, et de plus un magnifique *Tilia* (*T. lignitum* Ett.). L'*Acer otopteryx* et un autre *Tilia* ont été rencontrés à Striese, en Silésie, et presque toutes les autres formes abondent à Schossnitz, où domine le *Taxodium distichum*.

La liste entière de ces mêmes espèces se trouve inscrite dans la flore de la molasse suisse, où cependant aucun *Tilia* n'a été encore signalé. Nous avons vu comment, dans le midi de la France, les *Sequoia* se montraient d'abord à Ceylas (Gard), puis à Armissan, en compagnie du *Taxodium*, et ensuite à Manosque, associés au *Glyptostrobus*. Des autres espèces que nous avons citées, comme probablement descendues de la région arctique, on ne rencontre dans la flore de Manosque que le *Carpinus Heerii* Ett. (*C. grandis* Ung.), dont nous avons découvert dernièrement le fruit soutenu par un court involucre, le *Planera Ungeri* Ett. et le *Salix Lavateri* Heer, ces deux derniers encore très-rares. Dans les argiles du bassin de Marseille, où les *Taxodium*, *Sequoia*, *Glyptostrobus* abondent comme à Manosque, sans exclure le *Callitris* (1), les *Salix varians* Gœpp. et *Lavateri* Heer deviennent fréquents, et la série provençale se termine brusquement à ce niveau, sans permettre de constater si le Platane, le Liquidambar et les autres essences miocènes propres à l'Europe centrale franchirent jamais l'espace qui sépare la Suisse et l'Auvergne de la Provence. La mer de la molasse, qui remplissait alors toute la vallée du Rhône, a pu opposer un certain obstacle à cette introduction ; ce qui est certain, c'est que ces formes et d'autres, que nous avons passées sous silence, ont persisté en Italie, jusque dans le pliocène avancé, et que les tufs de Meximieux, près de Lyon, à peu près contemporains de ceux de Toscane, comprennent encore, à côté d'un certain nombre d'espèces actuelles, le *Glyptostrobus europœus*, le *Platanus aceroides* et le *Liquidambar europœum*. Ces trois types étaient alors sur le point de disparaître après avoir longtemps occupé un espace énorme dans notre hémisphère, depuis la Grèce, dans la direction du sud, jusqu'au delà du cercle polaire, et peut-être plus loin jusqu'au Spitzberg septentrional, dans la direction opposée, c'est-à-dire une étendue de 35 à 40 degrés dans le sens des latitudes.

A l'époque des gypses d'Aix, ces événements étaient très-loin

(1) Ces observations se rapportent à des découvertes récentes dues à M. le docteur Marion.

de leur accomplissement; il aurait été même impossible de les prévoir. La mer nummulitique, dont nous avons marqué l'étendue approximative, se desséchait, tout en persistant sur un certain nombre de points, probablement sans communication avec le reste de l'Océan, et y conservait ses caractères propres et la plupart des types qui contribuent à accentuer sa physionomie. Dans la Provence en particulier, le bras de mer qui, de Nice, s'étendait à Barcelonnette et dans le haut Dauphiné, disparaissait progressivement, tandis que la vallée du Rhône ne donnait pas encore accès aux eaux de la mer molassique.

Mais, pour mieux saisir l'état présent des choses, au moment où se déposaient les gypses d'Aix, il nous faut revenir en arrière et relater une suite d'événements antérieurs. — Un très-grand lac, communiquant avec une série de lacs semblables, se prolongeant par le bas Languedoc et l'Ariége jusqu'au cœur de l'Espagne, avait existé avant la fin de la craie dans la vallée de l'Arc, au sud d'Aix et de la montagne de Sainte-Victoire. Ce lac, converti, tantôt en un estuaire traversé par un courant rapide, tantôt en une immense lagune tourbeuse, tantôt en une nappe profonde et calme, avait aussi varié d'étendue, selon les temps, et, après avoir occupé en premier lieu un vaste périmètre, du pied du revers sud de Sainte-Victoire au revers nord de la Sainte-Baume, et de Saint-Maximin à l'étang de Berre, il avait vu resserrer ses eaux, toujours puissantes, dans un espace moindre, limité vers Aix à la partie centrale et septentrionale de la vallée (1).

(1) Consulter, pour tout ce qui concerne la série des formations infra-nummulitiques d'eau douce du midi de la France, les excellents travaux de M. Philippe Matheron, notamment : *Recherches comparatives sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires des environs de Montpellier, de l'Aude et de la Provence*. In-8, Marseille, 1862. — *Note sur l'âge des calcaires lacustres à* Strophostoma lapicida *des environs d'Aix et de Montpellier et sur la position de l'étage de Rognac, par rapport à la série des dépôts crétacés fluvio-lacustres du bassin de Fuveau* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXV, p. 762). — *Notice sur les Reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignites de Fuveau* (extr. des *Mémoires de l'Académie impériale des sciences belles-lettres et arts de Marseille*). Paris, Savy, 1869. — L'auteur, qui se trouvait en face d'une question entièrement nouvelle, n'est arrivé que par degrés, et à l'aide d'une suite d'observations comparatives, à formuler son opinion définitive sur les étages en question.

Les dépôts, souvent énormes par leur épaisseur, qui se formèrent au sein de ces eaux, consistèrent, tantôt dans des amas détritiques marneux ou bréchoïdes, tantôt dans des assises calcaires. Ils se subdivisent assez naturellement en quatre groupes. Le plus ancien est celui des lignites mêmes de Fuveau, qui repose sur une base saumâtre, et se trouve par elle en communication directe avec la craie santonienne sous-jacente. Ce groupe représente lui-même la craie blanche à *Inoceramus Crispi*. Le deuxième groupe, celui de Rognac, est placé par notre éminent ami au niveau de la craie de Maestricht. Au-dessus, le troisième groupe, ou *étage du Cengle*, s'identifie avec le *garumnien* de M. Leymerie et la partie supérieure du groupe d'Alet, décrit par le regrettable d'Archiac. Il paraît être le dernier terme de la série crétacée en Provence, et correspond, à ce qu'il semble, au *danien* ou *pisolithique*. Un quatrième groupe, celui des *calcaires du Montaiguet*, sur les bords de l'Arc, commence la série tertiaire, et se trouve, par conséquent, être l'équivalent plus ou moins précis de la période à laquelle appartiennent la mer nummulitique et celle du calcaire grossier parisien. La série, déjà si longue, se termine supérieurement par un cinquième groupe, moins développé que les précédents, celui de Cuques, que M. Matheron est porté à considérer comme synchronique des calcaires de Provins et de l'âge des Lophiodons. Nous savons qu'à cette dernière époque, la végétation différait assez peu dans les environs de Paris, par sa physionomie et ses éléments principaux, de ce qu'elle était en Provence du temps des gypses. C'étaient, des deux parts, les mêmes types de *Callitris*, *Myrica*, *Lomatites*, *Nerium*, *Zizyphus*, *Aralia*, c'est-à-dire la plupart des traits caractéristiques de la région végétale dont la Provence et les alentours du golfe parisien devaient faire également partie.

Si l'énorme ensemble de couches purement fluvio-lacustres que nous venons de mentionner, était aussi riche en empreintes végétales que celui qui lui succède au nord de la ville d'Aix, nous posséderions une connaissance parfaite des phases que le monde des plantes a dû traverser depuis la dernière partie de la craie jusqu'à l'âge des Paléothériums. Malheureusement il n'en

est pas ainsi, et, bien que les Mollusques terrestres et les restes de Vertébrés amphibies abondent à certains niveaux, les plantes sont absentes, sauf un très-petit nombre, recueillies vers la partie moyenne de l'étage des lignites de Fuveau.

Ces plantes ne sont pas sans rapport avec celles des gypses d'Aix, puisque les *Rhizocaulon* dominent parmi elles (*Rh. macrophyllum* Sap.) et présentent les mêmes caractères que les espèces congénères de l'éocène et du tongrien. Le lien fourni par le genre *Rhizocaulon* n'est pas le seul; non-seulement le type des *Osmunda*, mais aussi celui des *Lygodium*, se montrent à Fuveau, le premier sous une forme analogue à l'*O. Hugeliana* Presl, le second représenté par des folioles éparses qui rappellent les *Lygodium hastatum* Desv. et *scandens* Sw. Il a été encore rencontré dernièrement dans les mêmes lits l'empreinte d'un *Pistia* voisin du *P. stratiotes* L.; enfin, les fruits trigones et revêtus d'une enveloppe filamenteuse d'un *Nipa* de petite dimension (*Nipadites provincialis* Sap.) y abondent sur bien des points. — C'est là, si l'on ajoute quelques vestiges de Typhacées, une association fort naturelle de Fougères et de Monocotylédones amies des eaux ou des plages inondées.

Les Dicotylédones demeurent trop insignifiantes pour nous arrêter.

A cette flore aquatique correspondent non-seulement une riche collection de Mollusques d'eau douce, Paludines, Mélanies et Mélanopsides, Unios et Cyrènes, du caractère le plus tranché, mais aussi des coquilles terrestres, certaines de très-grande taille (*Ampullaria proboscidea* Math.), Bulimes, Auricules, Cyclostomes, dont la présence est certainement l'indice d'une riche végétation. Il faut y joindre des Chéloniens (*Pleurosternon provinciale* Math.), et des Crocodiliens (*Crocodilus affuvelensis* Math., *Crocod. Blavieri* Gray).

Les groupes suivants sont absolument dépourvus de plantes, mais chacun d'eux est caractérisé par la présence d'une faune plus ou moins remarquable. Celui de Rognac présente non-seulement des *Lychnus*, genre éteint de physionomie tropicale, qui semble avoir immédiatement précédé les *Helix*, des Bulimes, des

Pupas, des Mégaspires et beaucoup de Cyclostomes, mais il a encore fourni des restes de Chéloniens, de Crocodiliens et de plusieurs autres Reptiles gigantesques, parmi lesquels il faut distinguer l'*Hypselosaurus priscus* Math., et un Dinosaurien, *Rhabdodon priscum* Math., voisin de l'*Iguanodon* par sa dentition, et par conséquent phytophage comme celui-ci. Ces divers indices tirés du règne animal attestent l'abondance des végétaux terrestres contemporains. Les Auricules, Strophostomes, Cyclostomes, Bulimes, etc., continuent à se montrer dans les étages suivants et donnent lieu à des conclusions parallèles. La seule florule du midi de la France susceptible d'être intercalée dans ce grand espace vertical est celle des *calcaires concrétionnés de Saint-Gely*, près de Montpellier : c'est un dépôt d'origine terrestre, c'est-à-dire dû à des eaux saturées de carbonate de chaux et coulant en cascade. Il est certainement antérieur à l'âge des Paléothériums, mais sa superposition directe sur le néocomien ne fournit aucune lumière sur le niveau précis auquel il se rapporte, et ses espèces sont trop peu nombreuses et trop mal caractérisées pour donner lieu à quelques conclusions. On y remarque (1) une Hépatique (*Marchantia sezannensis* Sap.), une Fougère voisine de l'*Alsophila thelypteroides* Sap., de Sézanne, un Palmier (*Flabellaria gelyensis* Sap.), analogue à des espèces du suessionien de Paris, de grandes feuilles largement lancéolées linéaires qui reproduisent le type de nervation des *Eucalyptus* et ressemblent au *Myrtophyllum Geinitzii* Heer, de la craie de Moletein (2), deux espèces de *Diospyros* (*D. styracifolia* Sap., *D. raminervis* Sap.), et peut-être un *Magnolia* à très-larges feuilles. Sans vouloir formuler une opinion qui ne reposerait sur aucune base certaine, il paraîtrait que cette flore, au moins aussi ancienne que celle de Sézanne, à qui elle se lie de plusieurs côtés, se rapprocherait plus encore de la craie que cette dernière.

Après le dépôt du plus récent des cinq groupes que nous avons

(1) Voy. *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXV, *Réunion à Montpellier*, p. 892 : *Note sur les calcaires concrétionnés à empreintes végétales de Saint-Gély (Hérault)*, par M. G. de Saporta.

(2) Voy. Heer, *Beitr. z. Kreideflora von Moletein in Mähren*, p. 22.

signalés dans la vallée de l'Arc, celui de Cuques, les eaux tertiaires changèrent complétement de cuvette, et un bassin tout à fait nouveau s'établit au nord de la ville d'Aix, dans l'espace qui s'étend de cette ville à la rive gauche de la Durance actuelle. Nous avons marqué les sinuosités encore visibles de ce bassin dans la carte, que nous avons donnée précédemment, *de la région des lacs tertiaires en Provence*. Les bords en étaient fort découpés; son plus grand diamètre de l'est à l'ouest, entre Venelles et Saint-Cannat, n'excédait pas 18 kilomètres, et d'Aix à la Durance, dans la direction sud-nord, on en compte que 16 à 17. Mais ce petit lac a dû être des plus profonds : l'épaisseur des dépôts va sur certains points à plus de 200 mètres, et le fond de la cuvette, soit auprès d'Aix, soit entre le Puy et Meyrargues, est occupé par des masses détritiques formées d'argiles, de marnes, de débris anguleux ou roulés de roches calcaires, tantôt confusément entassés, tantôt reliés par un ciment, et constituant des brèches et des poudingues d'une consistance très-inégale. Il est évident que la violence des eaux fut très-grande à un moment donné de la période gypseuse, particulièrement à l'origine, avant que la contrée dans laquelle venait de se produire la dépression nouvelle eût acquis son assiette et recouvré son équilibre. Plus tard ces mouvements s'apaisèrent; les cours d'eau se creusèrent un lit, et par suite la nappe lacustre devint plus limpide. Il est certain qu'au moment où les assises qui comprennent les empreintes végétales et le gypse commencèrent à se déposer, tout annonce un calme profond et une transparence des eaux du lac qui n'était troublée que de temps à autre, à l'époque des crues qui amenaient une certaine proportion d'un limon très-blanc et très-fin; de là les sédiments marneux et calcaréo-marneux, tantôt réduits à de simples feuillets minces comme du papier, lorsque l'apport était faible ou insensible, tantôt plus ou moins épais ou même correspondant à des lits boueux ensuite consolidés. Les eaux du lac étaient plus ou moins calcarifères; elles contenaient aussi de la silice dissoute qui se déposait en rognons et en gâteaux et abondait plus ou moins, selon les assises que l'on examine. Les gypses, toujours associés à une certaine proportion de marne,

se sont précipités au sein de ces mêmes eaux, de manière à donner lieu à des bancs épais qui ne sont jamais continus sur une grande étendue, mais apparaissent à trois niveaux successifs sous forme d'amandes et de nids, abondants sur les points exploités, nuls ou réduits ailleurs à de faibles indices. Il semble que les gypses, de même que la silice, aient été le produit de sources thermales dont l'abondance et la richesse auraient varié selon les temps. Dès lors les eaux thermales actuelles ne seraient encore aujourd'hui qu'un prolongement affaibli de ces anciens phénomènes. L'action des eaux courantes servant de véhicule aux plantes fossiles, action exercée au moyen de sources pures et profondes, surgissant le long de l'ancien littoral et se déversant au milieu du lac, ressort d'une foule d'indices. Cette action s'exerçant d'une manière continue, n'exclut ni celle des crues, ni les apports dus aux pluies; seulement l'une de ces influences était permanente, l'autre accidentelle ou périodique. L'action des vents, pour tous les organes légers entraînés de loin, doit être également admise.

On peut se demander encore où était situé et comment était configuré le rivage le long duquel croissaient les plantes dont les débris sont venus jusqu'à nous. Depuis l'époque vers laquelle ces débris nous reportent, les lieux ont été bouleversés; il suffit de jeter les yeux sur la coupe que nous donnons pour en être assuré. Les mouvements du sol qui accompagnèrent l'invasion de la mer de la molasse, et les dislocations encore plus prononcées qui suivirent le retrait de cette mer, ont changé entièrement l'économie de la contrée, telle qu'elle existait au temps du lac gypseux, et aujourd'hui c'est seulement sur un point situé au nord-est de la ville, à la butte des Moulins, que l'on observe la trace de l'ancien littoral, accusée par un lambeau de lias moyen; de cet endroit la ligne du rivage passait sous l'emplacement où s'élève la ville d'Aix, en dessinant une courbe sinueuse. Il est probable que cette ligne correspond à celle le long de laquelle surgissent maintenant les eaux thermales, et qu'en dessous s'étend une fracture à l'endroit même où se terminait le lac éocène. Le sol de la plage était formé par le calcaire du Montaiguet, émergé

antérieurement, alors plus ou moins incliné dans la direction du lac, affaissé depuis, lors de la dislocation qui permit aux eaux de la molasse de s'établir sur ce point et d'y former un étroit et profond estuaire. Il est évident que la partie de la formation à gypse comprise entre le plateau d'Entremont et le rivage de la mer molassique, encore très-reconnaissable, a dû se relever lors de l'envahissement de cette mer, puisque les eaux de celle-ci n'out pu la recouvrir (voyez la coupe); d'autre part, ce premier redressement n'a consisté que dans une ondulation assez faible, puisque la molasse marine et sa base détritique, qui est le *grès à Helix*, se montrent sur le plateau d'Entremont, aussi bien qu'à Aix même, avec une différence respective de niveau qui n'a pu exister originairement. Il y a donc eu un ou plusieurs redressements successifs qui se sont opérés d'une façon inégale. Dans la zone située au sud de l'escarpement des plâtrières et correspondant à l'ancienne plage lacustre, la dislocation qui amena les eaux de la molasse et rompit la continuité des lits précédemment déposés, dut être très-prononcée, puisqu'elle transforma en bras de mer un sol précédemment émergé et doué d'une certain relief. Quelque étroit que l'on suppose ce bras de mer, il faut admettre qu'il était en même temps profond, les sondages opérés aux portes d'Aix, près du mont Perrin, ayant traversé, sans atteindre le fond, 50 à 60 mètres de couches. La présence des Unios et des Potamides indique l'influence d'une embouchure et des eaux par moments saumâtres. Après le dépôt de la molasse surmontée par une formation lacustre qui a fourni des restes de Mastodontes, le relief général de la contrée se prononça davantage dans le sens actuel, par l'agrandissement de la faille qui a rejeté en sens inverse les strates de l'escarpement des plâtrières inclinées dans la direction du nord et la portion de ces mêmes strates qui plonge au sud sous la ville, tandis que la molasse elle-même, avec l'étage lacustre qu'elle supporte, était disloquée et reportée à un niveau de plus en plus élevé. — On voit combien tout s'est modifié par l'effet du temps; les empreintes végétales sont là pourtant comme autant de témoins permanents du voisinage des anciennes plages lacustres dans la direction

du Sud. Leur ordre, leur fréquence relative, nous fournissent des détails curieux sur la manière dont la végétation éocène se trouvait composée.

Les eaux limpides, probablement des eaux de source, car ce sont des lits purement calcaires ou des schistes minces qui en fournissent le plus d'exemples, étaient peuplées de *Vallisneria*, de *Potamogeton* filiformes et de *Chara*, entièrement submergés. A la surface s'étalaient les feuilles de deux Nymphéacées, l'une plus rare, analogue à nos *Castalia*, l'autre d'un aspect plus exotique, aux larges feuilles orbiculaires, pourvue de rhizomes épais et charnus. Les Rhizocaulées avec leurs tiges élancées et multiples, enchevêtrées de radicules aériennes, dressaient à côté leurs colonies serrées; en ajoutant le cortége inévitable des *Typha*, *Sparganium* et de rares Cypéracées, on aura reconstitué l'ensemble de la flore aquatique. — Sur terre, les essences les plus voisines du bord étaient celles dont on observe des débris à peu près dans toutes les couches : ce sont principalement des *Callitris*, *Widdringtonia*, *Pinus*, auxquels étaient associés une Protéacée (*Lomatites aquensis* Sap.), un Camphrier (*Cinnamomum lanceolatum* Heer), un *Cercis* (*C. antiqua* Sap.), et probablement un Palmier (*Flabellaria Lamanonis* Brngt), dont les frondes sont trop fréquentes pour que sa station n'ait pas été située à portée de la plage. Le *Zizyphus paradisiaca* et le *Pistacia aquensis* ont dû aussi à certains moments habiter fort près des eaux. Cependant les fruits de ce dernier n'ont jamais été rencontrés, et le premier est inconnu dans les lits inférieurs. Les *Callitris*, divers *Pinus*, le *Lomatites aquensis*, le *Flabellaria Lamanonis* et le *Cercis antiqua* doivent être placés en première ligne dans l'ordre de la fréquence; ils constituent évidemment les espèces que l'on aurait rencontrées le plus souvent en parcourant l'ancienne plage. Les autres croissaient sans doute plus à l'écart; leurs débris sont moins communs, souvent même on n'a d'elles que leurs fleurs, leurs fruits ou leurs semences, ou bien le contraire arrive, comme pour l'*Acer sextianum*, dont la samare est encore inconnue. Dans d'autres cas ce sont des empreintes uniques, dues sans doute à un heureux hasard. La plupart des espèces

de cette dernière catégorie ont dû croître dans un périmètre plus ou moins reculé de la région tertiaire. On peut distinguer, dans l'ensemble, des plantes herbacées, des arbustes, des plantes grimpantes ou volubiles, enfin de grands arbres forestiers.

Il existait peu de grands arbres parmi ceux qui entouraient immédiatement l'ancien lac. Nous avons déjà remarqué la stature grêle et probablement peu élevée des Pins; le *Widdringtonia* se rangerait parmi les plus petites formes du genre par la ténuité de ses ramules, et la Sabine éocène (*Juniperus ambigua*) n'a rien qui la distingue essentiellemeut de notre *Juniperus sabina*, dont la croissance est fort lente et qui constitue rarement un arbre. Le *Callitris Brongniartii* fait exception; ses rameaux sont généralement plus gros, plus feuillus et toutes ses proportions plus grandes que dans le *C. quadrivalvis*, qui s'élève fort haut en Algérie, lorsque les circonstances le favorisent. M. le docteur Marion, notre ami, en a observé dernièrement des pieds très-vigoureux sur les talus escarpés des gorges de la Chiffa, au bord des ruisseaux retombant en cascades. C'était là probablement aussi le genre de station propre au *Callitris Brongniartii*, sur la lisière des eaux jaillissantes qui abondaient auprès du lac gypseux; il constituait sans doute un arbre de première grandeur, de forme pyramidale, aux rameaux multiples et entrelacés, ressemblant en grand à l'Oxycèdre, sujet comme lui à se dégarnir par le bas. On ne peut guère attribuer aux Palmiers de ce temps une haute stature, à cause de la médiocrité de leurs frondes, comparables à celles du *Chamærops excelsa* Hort., ou Palmier de Chusan ; mais quelques-uns des *Dracæna* (*D. Brongniartii*) ont pu devenir gigantesques, tout en conservant un tronc très-court, à l'exemple du *D. draco*, des îles Canaries, auquel ils ressemblent beaucoup. Le *Cercis antiqua* Sap. s'écarte trop peu de son congénère actuel pour permettre de croire qu'il en ait beaucoup différé par le port ; mais au nombre des formes dont la taille était sans doute supérieure à celle de leurs analogues connus, il faut ranger le *Pistacia aquensis*, qui doit avoir donné lieu à un arbre plus élancé, plus vigoureux et plus étoffé que notre Lentisque, auquel il correspond. La fré-

quence de ses folioles annonce qu'au moins à certains moments sa station n'était pas éloignée des rivages de l'ancien lac. Les arbustes principaux ont dû être, en se renfermant dans un rayon rapproché du littoral, des *Myrica* à feuilles étroites, coriaces et épineuses (*Myrica Saportana* Schimp., *M. linearis* Sap.), de petits Chênes à feuilles saliciformes et persistantes, rappelant les *Quercus phellos* et *cinerea* d'Amérique (*Q. palæophellos* Sap.), des Camphriers, des *Andromeda* du type *Leucothoe*, plusieurs *Vaccinium* et *Celastrus*, un Térébinthe (*Pistacia reddita* Sap.), des *Zizyphus*, *Paliurus*, *Cotoneaster*, et enfin plusieurs Légumineuses frutescentes.

Les grands arbres se tenaient sur un plan un peu plus reculé; ils constituaient sans doute une vaste forêt, dont il est encore possible de retrouver les principaux éléments. C'est à l'aide d'organes isolés, surtout de fruits, de samares, de semences légères, emportés par le vent ou charriés par les eaux que nous avons eu connaissance de cette partie de la végétation éocène des environs d'Aix. L'étendue et la richesse des lits explorés nous l'ont permis, car dans les conditions ordinaires, les empreintes recueillies ne se rapportent qu'aux espèces tout à fait dominantes, ou à quelque vestige isolé de celles qui ne croissaient pas sur le lieu même que l'on explore.

Voici une liste des principaux de ces arbres, disposés dans l'ordre de leur importance probable, avec l'indication de ceux de leurs organes qui sont arrivés jusqu'à nous :

Diospyros L. — 10 espèces, 6 connues par leurs feuilles, 4 par leurs fruits ou leurs calyces persistants. (Il y a une réduction probable à opérer par suite des doubles emplois.)

Acacia Neck. — 9 espèces, 8 connues par leurs fruits, 1 par une foliole isolée unique.

Ailanthus Desf. — 3 espèces représentées par leurs samares; feuilles inconnues.

Laurus L. — 3 espèces représentées par un très-petit nombre de feuilles.

Bombax L. — Corolles détachées et folioles isolées du pétiole commun.

Ficus L. — 4 espèces représentées chacune par une seule feuille.

Microptelea Sp. — Samare et feuille uniques.
Clethropsis Sp. — Samare et strobile uniques, feuille inconnue.
Heterocalyx Sap. — Calyces scarieux et fruits, feuilles inconnues.
Palæocarya Sap. — Involucre fructifère unique, feuilles inconnues.
Sapindus L. — Folioles détachées très-rares.
Sterculia L. — Une feuille unique.
Magnolia L. — Une seule feuille.

Tous ces genres constituent dans les régions chaudes des types de haute taille et silvicoles ; il faut admettre qu'il en était de même autrefois en Provence. Deux d'entre eux, *Heterocalyx* et *Palæocarya*, sont éteints, mais les types actuels dont ils se rapprochent incontestablement, les *Anacardiacées* des pays chauds, et les *Engelhardtia*, particulièrement ces derniers, comptent parmi les arbres forestiers les plus élevés. Six de ces genres, remarquons-le, nous sont connus par des organes légers et scarieux, corolle, samare, involucre, calyce, que le vent a pu emporter, ou qui ont dû joncher le sol en assez grand nombre, pour que les eaux courantes aient pu s'en emparer. Les *Diospyros* et les *Acacia* qui paraissent avoir dominé par le nombre comme par l'importance de leurs espèces dans la forêt tertiaire, ont dû, à l'époque de la maturité de leurs fruits, disséminer ces organes en énorme quantité, circonstance qui explique leur fréquence relative, fort restreinte pourtant, en ce qui concerne les *Acacia*, dans les strates éocènes. Peut-être cette dispersion coïncidait-elle avec la saison des pluies, tandis que les feuilles de ces mêmes arbres tombaient à un autre moment, moins favorable à leur conservation. Il faut le croire ainsi, pour expliquer la rareté des feuilles de *Diospyros* et l'absence presque complète des folioles d'*Acacia*, si aisément transportables par le vent. Mais, cette même particularité démontre d'une façon tout à fait évidente la situation écartée de la station qu'ils habitaient. La même remarque s'applique aux *Ailantus*, *Clethropsis* et *Palæocarya*, dont les feuilles nous sont encore inconnues, ainsi qu'au *Microptelea*, dont la samare, trouvée une seule fois, ne provient pas des mêmes lits que la feuille également unique. Un heureux hasard nous a seu permis de connaître les *Magnolia*, *Sapindus*, *Sterculia* et *Ficus*,

dont les feuilles sont excessivement rares ou même entièrement isolées. Il est donc probable que beaucoup d'espèces, associées aux premières dans la même forêt, ne sont pas venues jusqu'à nous, et que, même en tenant compte des découvertes postérieures, nous ignorerons toujours l'existence de plusieurs d'entre elles, surtout de celles dont les fruits étaient lourds, coriaces, pulpeux ou non caducs, et dont les feuilles ne se sont pas trouvées sur le passage des eaux courantes qui se rendaient dans le lac.

Les arbustes ou essences ligneuses de deuxième et troisième grandeur, associés aux grands arbres que nous venons de signaler, étaient principalement des Myricées, des Protéacées ?, un Peuplier (*Populus Heerii* Sap.), un *Nerium*, un *Cornus*, des *Pittosporum*, de grandes Araliacées, un Érable, un *Paliurus*, des Sapotacées ? et Myrsinées, des *Rhus*, *Ilex*, *Myrtus*, et plusieurs Légumineuses. Il faut y joindre une Musacée dont nous possédons les feuilles, un *Dracæna* de petite taille, un Palmier, qui devaient se cacher au fond du bois. De toutes ces espèces, le seul *Acer sextianum* présente des feuilles assez analogues à celles des formes boréales du genre, pour que l'on admette sans difficulté, qu'elles étaient membraneuses et caduques. Les herbes terrestres, sauf plusieurs Graminées et quelques Fougères des genres *Pteris* et *Cheilanhtes*, n'ont laissé que de rares et faibles vestiges. On pourrait cependant ranger dans cette catégorie, bien qu'avec doute, les *Cypselites*, qui dénotent des Composées, une Chénopodiacée (*Oleracites beta-prisca* Sap.), le *Solanites Brongniartii* Sap., qui dénote un type voisin des Solanées et des Borraginées (1), enfin deux Légumineuses signalées sous les noms de *Trifolium* et d'*Ervites*; mais aucune de ces attributions n'entraîne une véritable certitude.

Les lianes ou plantes à tiges enroulées et grimpantes n'étaient pas inconnues, mais en l'état elles se réduisent à un très-petit

(1) D'après une note de M. Giard, élève distingué de l'École normale, qui m'est communiquée à l'instant, l'étude des Insectes du gypse d'Aix l'aurait conduit à des indications utiles relativement à la flore herbacée contemporaine. Des Charançons, très-voisins de nos *Cionus* et de nos *Centorhynchus*, dénoteraient l'existence probable des Scrofulaires, des *Verbascum*, et sans doute aussi des Labiées et des *Borraginées*.

nombre, sans doute à cause de l'imperfection de nos moyens d'exploration ; on doit cependant citer deux *Lygodium*, un *Smilax* (*S. rotundifolia*) et deux Phaséolées (*Phaseolites obconicus* et *clitoriæformis* Sap.).

Les types à rameaux épineux, dont la présence est en harmonie avec le caractère général de la flore, les feuilles étroites et coriaces, les arbrisseaux à stature rabougrie, devaient être fréquents. Les principaux étaient des Célastrinées, des Houx, des Nerpruns, des Paliures, des Jujubiers ; mais la présence des Bombacées, des *Magnolia*, des *Nerium*, des *Cercis*, et, au sein des eaux, des Nymphéacées, démontre que les belles et grandes fleurs ne faisaient alors nullement défaut. Il existait aussi des baies et des drupes plus ou moins succulentes, charnues ou sucrées, susceptibles de servir de nourriture à des animaux frugivores. On peut citer spécialement les *Musa*, *Myrica*, *Laurus*, *Diospyros*, *Vaccinium*, *Cornus*, *Zizyphus*, *Pistacia*, *Myrtus*, *Cotoneaster*, comme rentrant dans cette catégorie. Plusieurs cônes de Pins portent la trace de la dent des Rongeurs, qui en ont dévoré la partie extérieure jusqu'à l'axe.

Les Insectes, dont il existe au moins cent espèces décrites, outre beaucoup d'autres encore inédites, fournissent des indications précieuses sur la nature de la végétation contemporaine, et tendent à confirmer en bien des points, d'une façon indirecte, les notions tirées des plantes. M. Heer, dans ses *Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire,* mentionne 22 Coléoptères dont plusieurs Carabiques et 11 Curculionides, 2 Orthoptères, 1 Thysanoptère, 2 Névroptères, 12 Hyménoptères dont 5 Fourmis, 6 Lépidoptères dont deux diurnes, 25 Diptères et 18 Rhynchotes ou Hémiptères.

Le plus célèbre des Lépidoptères d'Aix, *Cyllo sepulta* Boisd., appartient à un genre dont les espèces, assez peu nombreuses, sont confinées aujourd'hui dans les îles de l'archipel indien, où elles voltigent à l'état parfait à l'entour des Palmiers, dont peut-être se nourrit leur larve. Un autre diurne, le *Thaites Ruminiana* Heer, est très-voisin de nos *Thais*, dont la chenille vit sur l'Aristoloche. Nous n'avons pas encore rencontré d'*Aristolochia*

dans les gypses d'Aix ; mais l'existence du genre dans le tertiaire moyen ne saurait être mise en question, depuis que nous avons entre les mains une superbe empreinte de Radoboj (*Aristolochia venusta* Sap.), qui dénote une forme voisine des Aristoloches à feuilles persistantes et demi-coriaces, comme l'*A. reticulata* Nutt. de Virginie. Un genre de Curculionides, *Hipporhinus*, est maintenant limité à la Nouvelle-Hollande ; deux autres paraissent éteints ; tous les autres appartiennent encore à la région méditerranéenne ; mais ce sont des genres très-étendus dont la présence à Aix n'a rien de caractéristique. Huit espèces paraissent communes à Aix et à Radoboj. — D'après M. Heer, la plupart des Insectes proviennent d'une plage humide, comme les Staphylins, les *Bembidium*, les *Stenus*, *Lithocharis*, *Xantholinus*, *Philontus* et *Cleone*, qui sont des Coléoptères coureurs, ou ont vécu à l'ombre des bois, comme les *Limnobius*, *Xylophagus*, *Mycetophila*, *Bibio*, et d'autres Diptères dont les larves vivent dans le bois pourri, fréquentent les endroits frais ou se nourrissent de la chair des Champignons. Les *Pachymerus Murchisonii* et *Bojeri* (Hémiptères) ont dû s'attacher aux Pins si répandus autour de l'ancien lac ; le *Bythoscopus muscarius* et l'*Aphrophora spumifera* aux feuilles d'une Salicinée, par conséquent du *Populus Heerii*. Le *Pseudophana amatoria* dénote la présence des Chênes, qui comptent effectivement plusieurs espèces. Le *Thrips antiqua* et l'*Hilarites bellus* permettent à M. Heer de présumer avec raison que la forêt tertiaire était peuplée de belles fleurs. Le *Cassida Blancheti* lui fait croire à l'existence des Synanthérées, dont nous rapportons la preuve répétée, et enfin l'*Heterogaster antiquus* l'amène à soupçonner une Ortie qui est encore à découvrir.

Il nous reste à examiner ce qui concerne l'ordre probable des saisons, et l'époque de floraison des principales espèces. Les plaques à empreintes du dépôt des gypses d'Aix étant généralement de petite dimension, et ne présentant que très-rarement plusieurs organes réunis, il est beaucoup plus difficile d'arriver par leur considération aux conclusions presque rigoureuses que M. Heer a pu déduire de l'examen des riches spécimens d'Œnin-

gen, et que celui des dalles non moins riches d'Armissan nous a permis de développer. Il est cependant possible de distinguer à Aix trois catégories de végétaux séparées par leur mode de floraison respective. Les uns, comme les *Micropteleu*, *Populus*, *Laurus*, *Camphora*, *Pistacia*, *Cercis*, présentent une floraison précoce, c'est-à-dire sortant de bourgeons particuliers, placés sur le vieux bois, et se développant avant les feuilles nouvelles ; nous donnerons à ce mode de floraison le nom d'*hibernale*, parce que rien ne s'oppose à ce que, sous un climat doux, elle ait lieu en plein hiver. D'autres essences développent leurs inflorescences presqûe en même temps que les feuilles : ce sont des genres chez qui les fleurs et les feuilles sont renfermées dans les mêmes bourgeons, et dont le jet annuel s'effectue au printemps par un mouvement très-rapide. Les *Clethropsis*, les *Quercus*, les *Ostrya*, parmi les genres de la flore d'Aix, doivent être rangés dans cette deuxième catégorie. La troisième comprend les genres à floraison *estivale*, dont la fleur succède au développement des feuilles, c'est-à-dire chez qui l'apparition des fleurs est postérieure à l'évolution du jet annuel. Nous devons signaler, en fait de genres appartenant à cette dernière catégorie, les *Nerium*, *Magnolia* (type à feuilles persistantes), *Pittosporum*, *Diospyros*, et bien d'autres. — Enfin, en dehors de ces trois séries de genres, il existe dans la flore d'Aix une Bombacée dont les fleurs se montraient sans doute sur les rameaux dépouillés de leurs feuilles. C'est ce qui arrive effectivement à beaucoup de Bombacées tropicales, qui, après avoir perdu leurs feuilles par l'effet de la trop grande chaleur, fleurissent avant d'en revêtir de nouvelles, sous l'influence de la saison des pluies. Il en est ainsi d'un grand nombre d'*Acacia* dont les feuilles tombent à la fin de l'été, en sorte que les arbres demeurent chargés de leurs légumes, dont les valves s'écartent pour disséminer les graines, et se détachent ensuite au moment où la végétation se ranime. Cette marche était probablement celle qui présidait aux saisons, à l'époque des gypses d'Aix ; c'est celle qui s'applique avec le plus de vraisemblance aux faits observés.

La chaleur jointe à la sécheresse devait être extrême et avoir pour résultat de suspendre la végétation durant la seconde moitié de l'été, et de dépouiller beaucoup d'essences forestières de leurs feuilles, à l'égal de ce que fait notre hiver, et conformément à ce qui existe dans les pays chauds actuels où l'année se divise en deux périodes, l'une de sécheresse, l'autre caractérisée par des pluies continues et périodiquement amenées. Le niveau des eaux lacustres tertiaires devait diminuer de hauteur, d'une manière sensible, pendant la saison sèche, ainsi qu'il arrive de nos jours aux lacs africains, et la plage était mise à nu jusqu'à une assez grande distance des bords. Le fendillement de la surface exposée d'abord au soleil, recouverte ensuite par le limon d'une crue subite, qui reproduit en relief toutes les fissures, constitue un phénomène souvent signalé en géologie, et visible sur bien des points de la formation des gypses. Après une interruption plus ou moins longue, plus ou moins complète, c'était à la suite de l'influence exercée par la saison des pluies que la végétation reprenait peu à peu son activité. C'était alors, c'est-à-dire à une époque de l'année correspondant à notre hiver, que le *Bombax sepultiflorum* Sap. fleurissait, et que les *Clethropsis*, *Microptelea*, *Populus*, la plupart des *Myrica*, les *Quercus* et *Ostrya*, les *Palæocarya* (*Engelhardtia*), *Laurus*, *Cinnamomum*, *Pistacia* et *Cercis* développaient successivement ou simultanément leurs fleurs, puis leurs feuilles. A cette première période succédait celle déjà plus chaude et plus sereine, correspondant à notre printemps, pendant laquelle se montraient les fleurs des *Nymphæa*, *Musa*, *Nerium*, *Magnolia*, *Pittosporum*, *Aralia*, et autres plantes à floraison vernale ou estivale ; puis venait l'été proprement dit, durant lequel les fruits mûrissaient, et les graines commençaient à se disséminer, tandis que, par l'effet de la chaleur croissante jointe à la sécheresse, la végétation s'alanguissait de plus en plus.

Ce qui prouve le calme de la saison chaude, c'est le petit nombre de fruits samariformes ou de semences légères qui sont arrivés jusqu'à nous, l'action des vents s'étant fort peu fait sentir, tandis qu'à Armissan les samares de *Betula* et les involucres de

Palæocarya (*Engelhardtia*), si rares dans le gypse d'Aix, parsèment la surface des lits en quantité innombrable. Ce fait seul est l'indice d'une différence de climat entre les deux époques; il nous fait saisir combien la nature et l'ordre des phénomènes atmosphériques avaient dû changer dans l'intervalle. Il est vrai qu'obéissant à la même impulsion, la végétation s'était aussi renouvelée dans son aspect, comme dans ses éléments constitutifs.

En réunissant tous les traits que nous venons d'esquisser, il n'est pas impossible de se figurer l'aspect de la contrée qui s'étendait vers la fin des temps éocènes, sur l'emplacement maintenant occupé par la ville d'Aix. — Un lac limpide à niveau variable, selon les saisons, aux bords escarpés sur quelques points seulement, dominé à droite par une sorte de promontoire liasique, limité à cet endroit par des blocs épars battus par le flot, bordé au sud par une plage sinueuse, dessinant une baie peu profonde où des sources thermales mêlaient leurs eaux à celles du lac; plus loin une plaine qui s'élevait insensiblement pour disparaître sous une vaste forêt, tantôt impénétrable, touffue et fleurie, tantôt presque entièrement dépouillée : tel était le cadre. La végétation elle-même aurait ménagé bien des surprises et découvert à son visiteur une foule de contrastes.

Il aurait aperçu des Pins, des Thuias (*Callitris*), des Sabines mêlées à des Palmiers grêles, çà et là des Dragonniers courts et massifs, tout un ensemble d'arbustes épineux, variés de ton, d'aspect et de port. Il aurait remarqué la rareté des plantes herbacées, et au sein des eaux des colonies pressées de ces bizarres Rhizocaulées aux tiges dressées et multipliées, soutenues et comme étançonnées par des myriades de radicules qui descendent de tous côtés en se frayant un passage à travers les feuilles.

Un peu plus loin de la plage et probablement au milieu d'une campagne déjà accidentée, mais au-dessus de laquelle se dressait le rocher de Sainte-Victoire, formant peut-être alors une montagne plus considérable que de nos jours, il faut placer des forêts composées surtout d'Acacias au feuillage grêle et menu, de *Diospyros*, de Juglandées tropicales, d'Ailantes, de Magnolias,

de Laurinées et d'Anacardiacées. — Ces forêts verdissent ou se dessèchent selon les mois ; une foule d'arbrisseaux et d'arbustes se pressent sous leur ombre ; des Fougères, pareilles à notre Fougère commune, couvrent le sol sur certains points ; sur d'autres, au pied des rochers ou sur le bord des ruisseaux, les *Lygodium* enlacent leurs tiges délicates, les touffes de *Cheilantes* se suspendent aux fissures. La fraîcheur est médiocre au sein de cette nature, les formes présentent toujours quelque chose de dur, de chétif; mais la variété, l'originalité, la multiplicité, ne faisaient pas défaut à la végétation éocène, et le botaniste transporté au milieu d'elle aurait recueilli sans peine une riche moisson de faits et une nombreuse suite d'espèces et de types plus tard disparus.

Si l'on replace dans le paysage qui vient d'être esquissé la faune de Mammifères qui lui était propre, on la trouve en rapport parfait avec les espèces végétales dont elle se nourrissait. Il existe même, on peut le dire, une harmonie curieuse entre les analogies respectives du monde des plantes et de celui des Mammifères d'alors avec ce que nous laissent voir certaines régions du monde actuel. Ce sont les mêmes tendances des deux parts. Chez les Mammifères, comme chez les plantes, les uns sont demeurés indigènes; les autres, en bien plus grand nombre, toujours en considérant les genres, n'ont plus, dans les régions étrangères et voisines des tropiques, que des représentants indirects, amphigés, comme les Tapirs que l'Amérique et l'Asie méridionale possèdent également, diffus et fractionnés, comme les Chevrotains, dont une espèce habite la Guinée, une autre l'Asie centrale et l'Inde boréale, et d'autres encore les îles de la Sonde, ou les Damans, qui se montrent dispersés depuis la Syrie jusqu'au Cap. Seulement, tandis que les identités génériques ne sont pas rares dans la flore des gypses d'Aix, où les types éteints sont moins nombreux que les autres, la proportion est renversée en ce qui concerne les Mammifères, chez lesquels les formes ambiguës, servant de lien entre des ordres, des tribus et des genres aujourd'hui distincts, dominent d'une façon à peu près exclusive. Évidemment l'évolution de la classe, et surtout celle des ordres qui la

divisent, sauf en ce qui concerne les Chiroptères et les Rongeurs, était encore éloignée de son terme; l'élaboration et le développement progressif des caractères de structure devenus propres aux Proboscidiens, aux Équidés, aux Porcins et aux Ruminants, se poursuivaient peu à peu pour n'être achevés que beaucoup plus tard. L'adaptation, de plus en plus rigoureuse, des organes à un régime et à des habitudes déterminés; la spécialisation croissante des divers groupes s'écartant graduellement d'une souche commune entachée d'ambiguïté; la division du travail organique s'opérant à l'aide d'une complication croissante des parties caractéristiques et de l'élimination ou de la réduction à l'état rudimentaire de celles qui deviennent inutiles, telle doit être la formule qui résume la transformation qui a eu lieu chez les Mammifères. Ce mouvement, un des plus curieux et des plus complets qu'il ait été donné à la science de constater, était en voie d'accomplissement vers la fin de l'éocène; il est essentiellement lié, comme l'observation le démontre, au monde des végétaux, dont les Mammifères éocènes tiraient presque tous leur subsistance. La connaissance de leur régime résulte donc de l'étude des plantes contemporaines.

Les Mammifères comprenaient alors, comme aujourd'hui, des carnassiers, des insectivores, des rongeurs et des phytophages; mais les proportions entre ces différents groupes étaient loin d'être les mêmes.

L'*Hyænodon* et le *Cynodon*, l'un qui tient à la fois des Félidés et des Didelphes carnassiers de l'Australie, l'autre intermédiaire aux Canidés et aux Civettes, constituent à peu près les deux seuls types de Mammifères carnassiers de l'époque.

Les Insectivores, dont la présence est parfaitement justifiée, comptaient à Aix au moins une Chauve-souris (*Vespertilio aquensis* Gerv.).

Les Rongeurs comprenaient des Écureuils (*Sciurus fossilis* Gieb.) et des Loirs (*Myoxus spelæus* Fisch., *M. parisiensis* Gieb.). La flore d'Aix leur fournissait en abondance des cônes de Pin, des glands, des fruits de Palmier et de Jujubier, dont ces animaux sont particulièrement friands. Leur régime n'a,

du reste, rien d'exclusif; ils dévorent également les pousses tendres, et à l'occasion les œufs d'oiseaux et les insectes.

Tous les autres Mammifères éocènes, dont l'existence a été constatée dans le midi de la France et spécialement à la colline de Sainte-Radegonde, près d'Apt, sont des Pachydermes prototypiques. Les uns sont tridactyles, avec des tendances vers les Tapirs, les Damans et les Rhinocéros, comme les *Palæotherium* et les *Paloplotherium*, ou vers les Équidés, comme l'*Anchitherium;* les autres sont artiodactyles, c'est-à-dire pourvus de deux doigts médians égaux, comme les Bisulques actuels, avec des doigts latéraux plus ou moins inégaux ou rudimentaires : ce sont des Porcins primitifs qui tendent, soit à revêtir les caractères des Porcins proprement dits, soit à devenir de vrais Ruminants. Mais aucun de ceux même qui se rapprochent le plus de ces derniers n'a encore les os métacarpiens et métatarsiens soudés en canon, ni le mode de dentition spécial et surtout l'absence d'incisives à la mâchoire supérieure des Ruminants proprement dits. Ils se rapprochent au contraire des Chevrotains, qui sont les plus imparfaits de tous les Ruminants actuels, et dont une espèce africaine, l'*Hyæmoschus aquaticus* de Gray, présente même des os métacarpiens et métatarsiens divisés.

Sous le rapport du genre de vie et du régime alimentaire, ces animaux éocènes peuvent être partagés en deux groupes. Les uns baugeaient comme le Tapir et le Sanglier, fréquentaient le bord des eaux, les marais, les lieux humides et inondés : c'étaient surtout les *Palæotherium*, qui ressemblaient beaucoup aux Tapirs et en avaient sans doute les mœurs. A l'exemple de ceux-ci, ils devaient fouiller le sol avec leur trompe, arracher les herbes flottantes, labourer la vase pour en retirer les rhizomes charnus, broyer les tiges succulentes, et s'attacher particulièrement aux *Nymphæa* et aux Rhizocaulées, sur les rhizomes desquels on observe si fréquemment des parties lacérées. L'*Anoplotherium* avait des mœurs semblables, mais plus exclusives; il était nageur, selon Cuvier, et s'éloignait peu de la lisière des eaux. Le *Palæotherium*, au contraire, recherchait probablement les forêts autant que les lieux inondés; il partageait son temps entre

plusieurs stations différentes, marchant à certaines heures à travers les fourrés, avide de fruits de toutes sortes, de racines, de feuillage et même d'écorce tendre. Les *Chæropotamus*, qui précèdent les *Anthracotherium* et forment, avec ce genre et celui des *Hyopotamus*, un petit groupe fort naturel, ont des affinités plus marquées que les précédents avec les Porcins et les Hippopotames. Ils vivaient près des eaux, au milieu des tourbières et des marécages, et ne s'en écartaient que pour rechercher des fruits ou déterrer des racines.

D'autres Mammifères de cette époque, ce sont ceux qui forment le second groupe, avaient plutôt les habitudes purement terrestres et l'apparence extérieure des Damans et des Chevrotains. C'étaient les *Tapirulus* (*T. hyracinus* Gerv.), qui avaient la taille des Damans et semblent faire la transition des *Anoplotherium* aux Tapirs, l'*Aphelotherium Duvernoyi*, l'*Acotherulum saturninum* Gerv. (Debruge), le *Cainotherium*, mais surtout le *Xiphodon*, qui doit avoir eu l'agilité du Chevreuil. Ces animaux, à l'exemple des Chevrotains, vers lesquels leurs principaux caractères tendent à opérer un passage en voie d'accomplissement, broutaient les bourgeons, les feuilles et les rameaux des arbustes, alors si variés et si multipliés. Les Chevrotains vivent de nos jours de la même façon, isolés sur les rochers escarpés des vallées montagneuses, couvertes de bois épineux ; leur nourriture, exclusivement végétale, se compose, en Sibérie, de plantes marécageuses, de feuilles d'*Arbutus*, de *Rhododendron* et de *Vaccinium*. Il devait en être ainsi pour les *Xiphodon* du temps des gypses, à qui s'offraient en foule des Éricinées et un *Vaccinium* à peine distinct du *V. Vitis-idæa* L., si recherché par les *Moschus* de Sibérie.

Nous terminons ici ce tableau préliminaire, que nous avons tâché de rendre aussi complet que possible et dont nous avouons pourtant l'insuffisance à bien des égards. A côté des déductions rigoureuses que nous avons pu formuler dans quelques parties en nous basant sur des chiffres proportionnels et des notions plus ou moins précises, il est d'autres considérations purement conjecturales ou qui ne s'appuient que sur un commencement de

preuves. Ce n'est là, nous le comprenons, qu'un premier pas dans une voie à peine ouverte, bien qu'elle résulte de dix années d'observations et de recherches. Mais les explorations futures, poursuivies sans relâche, pourront l'élargir peu à peu et nous introduire au cœur même d'un passé dont on finira, espérons-le, par déchirer tous les voiles.

EXPLICATION DES PLANCHES 15 ET 16.

15. Carte sous forme de planisphère, représentant l'étendue présumée de la mer nummulitique dans l'ancien continent, avec le tracé des limites boréales actuelles des principaux genres exotiques, dont la présence a été constatée dans la flore des gypses d'Aix.

16. Carte de l'Europe éocène, donnant la distribution relative des terres et des mers à l'époque nummulitique, et faisant connaître l'extension contemporaine présumée des principaux types, dont la présence sert à caractériser la végétation des gypses d'Aix.

A. Coupe idéale de la vallée de l'Arc et de la formation des gypses d'Aix, pour aider à l'intelligence des événements géologiques dont l'ancienne contrée a été successivement le théâtre.

PRODROMUS

FLORÆ NOVO-GRANATENSIS

OU

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DE LA NOUVELLE-GRENADE

AVEC DESCRIPTION DES ESPÈCES NOUVELLES

Par MM. TRIANA et J. E. PLANCHON

TÉRÉBINTHACÉES, RUTACÉES (1).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. — A l'exception des *Mauria*, des *Rhus*, de deux ou trois *Zanthoxylum* et des *Schinus*, qui habitent dans les forêts tempérées les pentes des Cordillères, où ils atteignent quelquefois la limite inférieure de la région froide, le reste des Térébinthacées et des Rutacées grenadines se compose surtout d'arbres propres à la zone brûlante, à partir du niveau de la mer jusque vers 1200 mètres au plus d'altitude. Ces plantes se plaisent notamment dans les grandes vallées parcourues par des rivières. Parmi les Térébinthacées, les *Icica* et *Crepidospermum* semblent se porter de préférence à l'orient des Andes, dans les grandes plaines qui s'étendent vers les Guyanes et le Brésil, tandis que plusieurs Rutacées suivent au contraire les vallées parallèles aux chaînons de la Cordillère. Les autres plantes des deux groupes sont des régions chaudes et tempérées. Les Aurantiacées, toutes d'origine étrangère à l'Amérique, sont cultivées partout depuis le niveau de la mer jusqu'à l'altitude de 2000 mètres, où elles prospèrent. Cependant les Cédrats, les Orangers amers, peuvent atteindre les plateaux andins, où, quand ils y sont bien exposés, ils fleurissent, mais ne fructifient presque jamais.

(1) Nous complétons par la distribution géographique notre étude de ces deux familles publiée à la page 286 et suivantes du tome XIV de ce recueil.

III. — SIMAROUBÉES.

Planch., in Hook. *Lond. Journ.*, V, p. 577; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, p. 306.

TRIB. I. — PICRAMNIEÆ Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 315.

I. — PICRAMNIA Sw.

Endl., *Gen.*, n° 5941; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 315.

TARIRI Aubl., *Guyan.*, II, *Suppl.*, p. 37, tab. 390.

Aublet (*l. c.*) a donné le nom générique de *Tariri* à une plante de la Guyane dont il n'a connu ni les fleurs ni les fruits, et dont il n'a figuré qu'un simple rameau. Ce rameau, nous l'avons examiné dans l'herbier du British Museum; il appartient sans contestation au genre *Picramnia*, publié plus tard par Swartz. Si nous devions suivre dans toute sa rigueur la loi de priorité, nous serions obligés de changer le nom de *Picramnia* pour celui plus ancien de *Tariri*. Mais nous voyons encore une fois se présenter ici un de ces cas qui doivent faire fléchir la règle générale, sur laquelle nous nous sommes déjà prononcés en parlant de l'*Icica* (t. XIV, p. 297).

Nous voyons toujours, en effet, un grave inconvénient à changer, sans raison majeure, les noms établis; dans le cas présent surtout, rien ne justifierait ce changement, puisque Aublet n'a point caractérisé son genre. Toutefois, et afin de ne pas laisser le nom de *Tariri* dans l'oubli, nous proposons de l'appliquer au *Picramnia* de la Guyane (*P. Tariri*). En ce qui regarde le *Picramnia* adopté dans tous les ouvrages et fondé sur de bonnes descriptions, nous craindrions de porter le trouble dans la synonymie si nous le changions aujourd'hui en celui de *Tariri*, à peu près ignoré dans la science.

Les *Picramnia* ne présentent pas les caractères saillants propres aux vraies Simaroubées. Leurs affinités immédiates nous échappent en réalité, et nous ne saurions rien faire de mieux que de suivre l'opinion de MM. Bentham et J. D. Hooker, qui con-

sidèrent ces plantes comme le noyau, au moins, d'une tribu distincte dans les Simaroubées. Nous les rapprochons des *Amyris* et des Térébinthacées.

* Species floribus pentameris.

a. Petalis donatæ.

1. PICRAMNIA CORALLODENDRON Tul., in *Ann. sc. nat.*, 3ᵉ sér., t. VII (1847), p. 259; Walp., *Ann.*, t. I, p. 169.

Picramnia sphærocarpa Planch., in Hook. *Lond. Journ.*, t. V, p. 578; Walp., *Ann.*, t. I, p. 169.

Picramnia Kunthii Tul., *l. c.*— *Comocladia? loxensis* HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VIII, p. 18.

Vulgo : *Corales* ou *Arbol del coral* (Tr., Goudot).

La Enllanada, prov. d'Ocaña (Schlim, n. 662); Chiquinquira (Purdie); près du Salto de Tequendama, dans les environs de Bogota, altit. 2600 mètr. (Goudot, Triana).

L'identité spécifique des *Picramnia sphærocarpa* et *Corallodendron* nous semble évidente; mais nous ne saurions en dire autant de l'autre synonyme de *P. Kunthii* (*Comocladia? loxensis*) que nous ajoutons avec hésitation. L'exemplaire type de l'espèce de Kunth, quoique très-incomplet, répond cependant assez bien à notre plante. Les noms vulgaires de *Coraux* ou *Arbre de corail* font allusion aux fruits rouges de notre *Picramnia,* qui, à leur maturité, sont plutôt elliptiques que ronds, et ne paraissent arrondis, sur des échantillons d'herbier, que lorsqu'ils ont été récoltés avant leur maturité. C'est la raison pour laquelle nous donnons la préférence au nom de *P. Corallodendron*, postérieur à celui de *sphærocarpa.*

2. PICRAMNIA CONNAROÏDES Tul., *l. c.*, p. 261; Walp., *l. c.*, p. 170.

Dans les forêts des environs d'Ibague, prov. de Mariquita (Goudot).

Par ses feuilles courtes et coriaces, cette espèce ressemble à la précédente.

3. PICRAMNIA LONGISSIMA Tul., *l. c.*, p. 257; Walp., *l. c.*, p. 169.

Vulgo : *Coralito.*

El Espinal et Apocentos, sur les bords du Magdalena supérieur, altit. 400 mètr. (Tr.); près de Coyaima, prov. de Mariquita (Goudot); Turbaco, Carthagena (Bonpland).

Des grappes allongées et pendantes terminent les rameaux, qui sont glabrescents; les pédicelles, à l'époque de la fructification, sont articulés vers la base. Ce sont les traits principaux qui distinguent le *P. longissima* du *P. latifolia.*

4. PICRAMNIA LATIFOLIA Tul., *l. c.*, p. 258; Walp., *l. c.*

Picramnia umbrosa Seem., *Bot. of Herald*, 95, t. XXIV.

Entre Tocaima et la rivière du Magdalena, alt. 350 mètr. (Tr.); rio Seco, dans la même vallée (Goudot); près de la hacienda de Juan Lanas, prov. de Panama, et à Boquete, Veraguas (Seemann).

5. PICRAMNIA GRACILIS Tul., *l. c.*, p. 260; Walp., *l. c.*, p. 169.

Entre la Mesa et Anapoima et dans les forêts tempérées du Quindio, altit. 400-1400 mètr. (Goudot, Tr.).

6. PICRAMNIA PENTANDRA Sw., *Fl. Ind. occ.*, t. I, p. 220; Planch., in Hook., *Lond. Journ.*, t. V, p. 377.

Près de Junca, Andes de Bogota, altit. 1200 mètr. (Triana).

Nous rapportons en hésitant, d'après le faciès et l'apparence générale, notre plante de Junca au *P. pentandra* des Antilles, qu'on a confondu quelquefois avec le *P. Antidesma*, et dont les fleurs sont trimères. Notre comparaison n'a pas été complète par suite du défaut de fleurs dans nos échantillons.

Les fruits de notre plante, au lieu d'être rouge écarlate, comme chez plusieurs autres espèces grenadines, sont d'un violet très-foncé.

b. Apetalæ.

7. Picramnia apetala Tul., *l. c.*, p. 264; Walp., *l. c.*, p. 171.

Sur les bords du rio Combeyma, près d'Ibague, prov. de Mariquita (Goudot).

Le feuillage de cette espèce et son faciès rappellent le *Picramnia gracilis*, avec lequel on risquerait de le confondre à première vue.

Les *Picramnia* à fleurs trimères sont étrangers à notre région.

Les *Picramnia* sont souvent des plantes jouissant de propriétés tinctoriales. Ainsi les feuilles fraîches du *Picramnia Tariri* de la Guyane, humectées et pressées, donnent un suc vert qui, sur le coton, passe en peu de temps à la couleur violette. Le bois, d'après Aublet, exposé à l'air, devient aussi violet. Sur un échantillon d'une autre espèce de *Picramnia* de l'herbier de Pavon, nommée *Guarea tinctoria* (*Picramnia tinctoria*), on trouve également cette indication : « *Planta preciosa tinctorera.* » C'est probablement cette même plante que M. F. de Castelnau a rapportée de Pebas, dans le haut Amazone, où elle est appelée *Canari*, et qui jouirait de la propriété de teindre en violet. Enfin, nous avons remarqué que quelques-uns de nos *Picramnia*, en se desséchant, ont laissé sur le papier d'herbier une empreinte rosée ou noirâtre. Ces renseignements pourront peut-être avoir un jour leur utilité pratique dans l'industrie.

Trib. II. — SIMARUBEÆ Planch.

Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 307 (exclus. gener.).

II. — QUASSIA DC.

Endl., *Gen.*, n° 5962. — Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 308.

1. Quassia amara Lin. f.; DC., *Prodr.*, t. I, p. 733; Planch., *l. c.*

Vulgo : *Guavito amargo* à Panama (Seemann).

Plante généralement cultivée dans la région chaude. Panama (Seemann, Sutton-Hayes); Chagres (Fendler, n. 304), Santa-Marta (Purdie, Goudot, Schlim, n. 897).

Le bois du *Quassia amara* est bien connu par son extrême amertume et par ses propriétés toniques, communes du reste aux Simarubées. On fait

cependant usage, en général, sous le nom de *Quassia amara*, du bois et des copeaux du *Picræna excelsa*, soit comme tonique, soit pour préparer les papiers ou les décoctions destinées à tuer les mouches.

III. — SIMARUBA Aubl.

Endl., *Gen.*, n° 5963; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 309.

1. Simaruba glauca DC., *Prodr.*, t. I, p. 733; Planch., *l. c.*; Walp., *Ann.*, t. I, p. 164; Seem., *Bot. of Herald*, p. 95.

Simaruba officinalis Macf., *Flor. of Jam.*

Vulgo : *Aceituno* à Panama (Seemann), Veraguas (Seemann), Panama (Sutton-Hayes).

Le *Simaruba glauca*, espèce très-voisine du *Simaruba officinalis*, doit jouir des mêmes propriétés thérapeutiques. Les Indiens du Choco et de la côte du Darien emploient, en effet, à la manière du *Cedron*, un bois jaune qu'ils appellent *Guaco de arbol*, par opposition au *Guaco*, liane, ou *Mikania Guaco*, et il est presque certain que ce *Guaco d'arbre* provient des tiges d'une Simarubée, peut-être même du *Simaruba glauca*.

IV. — SIMABA Aubl.

Endl., *Gen.*, n° 5964; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

Simaba Cedron Planch., in Hook., *Lond. Journ.*, t. V, p. 563; Walp., *Ann.*, t. I, p. 162; Hook., *Kew. Journ. Misc.*, II, t. II; Seem., *Bot. of Herald*, p. 95.

Vulgo : *Cedron.*

Près de San-Pablo, sur les bords du Magdalena (Purdie); sur les bords du Magdalena inférieur, altit. 300 mètr. (Triana); bords des rivières et de la mer au Darien, Panama et Veraguas (Seemann), Costa-Rica, etc.

On savait depuis longues années, en Amérique, que les Indiens de diverses tribus employaient les graines de *Cedron* contre les morsures des serpents venimeux, et qu'on leur reconnaissait aussi des propriétés fébrifuges. En Europe, des récits merveilleux sur cette plante remarquable

dataient au moins de l'époque des incursions des boucaniers sur les côtes de l'Amérique du Sud, c'est-à-dire vers la fin du XVIIe siècle. Cependant, malgré l'intérêt qui s'attachait aux propriétés toniques et fébrifuges du *Cedron*, la plante qui les possède n'a été que très-récemment inscrite dans le catalogue de nos plantes connues.

C'est en effet un siècle et demi après la découverte de cet arbre, que notre collaborateur, M. J. E. Planchon, a donné pour la première fois, en 1849, la description abrégée du *Cedron*, d'après les échantillons envoyés de la Nouvelle-Grenade par Purdie. Le zélé voyageur avait à cœur de retrouver une plante renommée dans le pays et dont les cotylédons, réunis en colliers appendus à certaines boutiques, sont très-estimés des voyageurs qui sont obligés de parcourir les régions insalubres ou fréquentées par des reptiles malfaisants. Les habitants de ces localités apprécient en effet la valeur du *Cedron* et connaissent les services qu'il peut rendre. Aussi, lorsqu'ils sont mordus par un serpent, tirent-ils de leur poche la graine précieuse qu'ils râpent en quantité suffisante pour couvrir la pointe d'un couteau ; ils délayent la poudre dans un petit verre d'eau-de-vie , boivent cette potion, et font des lotions sur la plaie avec le même liquide, en répétant l'opération jusqu'à ce que le danger ait disparu. Si, au contraire, c'est l'effet du poison paludéen qu'ils veulent combattre ; ils emploient seulement l'infusion, qui triomphe toujours, dit-on, de la fièvre.

Purdie, dans son excursion aux bords du Magdalena, et, d'après les indications qu'il eut à Bogota de notre botaniste, le docteur Cespedes, put recueillir les échantillons du *Cedron* d'après lesquels M. Planchon détermina et nomma la plante ; échantillons qui servirent, en décembre 1850, à sir W. Hooker, qui en donna une description plus étendue dans le tome II du *Kew. Journ. Miscell.*, que nous venons de citer.

L'année suivante, au mois d'avril, M. Lévy, à son retour de Bogota, annonçait à l'Académie des sciences (*Comptes rendus*, t. XXXII, p. 510) qu'il avait réussi à extraire du *Cedron* un principe défini cristallisable, en soumettant la graine pulvérisée aux traitements successifs de l'éther et de l'alcool, principe actif qu'il nomma *cédrine*. Cependant M. Cloëz, qui a repris au laboratoire de chimie du Muséum l'étude du *Cedron*, n'a pas confirmé jusqu'à présent la découverte de la *cédrine* ; mais il a eu l'heureuse idée d'employer le *Cedron* à la manière du *Quassia amara* pour détruire les insectes qui ravagent certaines cultures. Les expériences faites au Jardin des plantes eurent un plein succès.

D'autres voyageurs ont insisté sur les propriétés du *Cedron*, et nous rappellerons, par exemple, l'article de Seemann dans l'ouvrage précité. On se tromperait si l'on voulait assimiler le *Cedron* au Quinquina, comme on l'a souvent prétendu. Cependant, quoique le *Cedron* ne soit

pas un succédané du Quinquina, ce n'est pas une raison pour le dédaigner. Nous croyons qu'il peut rendre de grands et importants services comme tonique amer et franc, privé de tannin, et très-propre à guérir surtout les affections du tube intestinal, etc., ainsi que nous avons eu occasion de le constater. Comme plusieurs autres amers ou toniques, le *Cedron* peut aussi agir favorablement dans certaines circonstances déterminées sur des fièvres intermittentes.

Peut-être la rareté et la difficulté de se procurer du *Cedron* ont-elles contribué à empêcher que son emploi ne prenne tout le développement qu'on était en droit d'attendre de ses remarquables propriétés. Cependant rien ne serait plus facile que la culture de cette plante dans les localités où elle croît spontanément ou dans d'autres analogues. Elle viendrait rapidement et facilement après en avoir semé des graines, et en peu de temps offrirait des récoltes abondantes et rémunératrices. Les conditions favorables de cette culture seraient : un climat à la fois chaud et humide, un sol également humide et protégé par de grandes forêts. Ces conditions se retrouvent partout dans les vallées de nos grandes rivières ou dans nos forêts du littoral.

V. — CASTELA Turpin.

Endl., *Gen.*, nº 5956 ; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 310.

1. Castela depressa Turp., in *Ann. Mus. Par.*, t. VII, p. 78 ; DC., *Prodr.*, t. I, p. 738.

Sur la côte de l'Atlantique.

Le genre *Castela* avait été considéré comme formant une tribu particulière dans les *Rutaceæ*, jusqu'à l'époque où M. Planchon, après une étude approfondie, l'a rangé parmi les Simarubées. Le *Castela* s'éloigne cependant de ce groupe par quelques caractères qui lui donnent un faciès particulier : tels sont ses rameaux spinescents, ses feuilles simples et sessiles, ses fleurs axillaires courtement pédicellées, ses graines albuminées, etc.

VI. — SURIANA Plum.

Endl., *Gen.*, n° 5953 ; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 313.

SURIANA MARITIMA L.; DC., *Prodr.*, t. II, p. 91.

Plages de Carthagène (Goudot). —Venezuela, Caracas (Funck, n. 321).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. — Tandis que nos *Castela* et nos *Suriana* sont des plantes du littoral dans des localités ouvertes, nos *Simaba* et *Simaruba* végètent dans les forêts humides et sombres de la région très-chaude, le long des grandes rivières ou au voisinage de la mer. Les *Picramnia* appartiennent également en grande partie à cette région chaude, mais ils s'avancent aussi dans la région tempérée jusqu'à la limite inférieure de la région froide. Le *Quassia amara* est cultivé comme plante d'ornement dans les jardins du pays chaud. C'est un arbrisseau à feuillage d'un vert foncé luisant, et à fleurs d'un rouge assez vif.

IV. — ZYGOPHYLLEÆ R. Brown; DC.

Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, p. 262.

TRIB. I. — TRIBULEÆ Endl.

I. — TRIBULUS Tournef.

Endl., *Gen.*, n° 6030.

1. TRIBULUS CISTOIDES Lin.; Jacq., *Schœnbr.*, t. 113 ; DC., *Prodr.*, t. I, p. 703.

Vulgo : *Abrojo*.

Près de Mompox, sur les bords du Magdalena (Bonpland); lieux sablonneux et maritimes de Santa-Marta (Goudot, Schlim, n. 943). — Venezuela, Caracas (Buschel); Cumana (Funck, n. 246).

Cette espèce, récoltée par Bonpland à Mompox, n'a pas été mentionnée

dans le *Nova Genera* etc.; elle abonde vers la côte de l'Atlantique, à la Nouvelle-Grenade, et dans le Venezuela, où elle a été retrouvée postérieurement.

Les fleurs du *Tribulus cistoides* sont de grandeur variable et ses folioles sont aussi plus ou moins aiguës.

II. — KALLSTROMIA Scop.

Endl., *Gen.*, n° 6031.

1. Kallströmia maxima Torr. et Gray. — A. Gray, *Plant. Wrigth.*, II, 26.

Tribulus maximus Lin.; Jacq., *Icon. rar.*, t. 462; DC., *l. c.*, 704.

Lieux arides et sablonneux de Carthagène, Tocaima, Melgar, etc., dans la vallée du Magdalena, jusqu'à 600 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer (Triana, Goudot); Panama (Seemann, Duchassaing).

Le *Kallströmia* a une grande ressemblance de port et de caractères floraux avec le *Tribulus*, néanmoins les fruits des deux plantes diffèrent notablement et constituent deux types génériques.

Trib. II. — ZYGOPHYLLEÆ veræ Endl.

III. — GUAIACUM Plum.

Endl., *Gen.*, n° 6041.

1. Guaiacum officinale Lin.; DC., *l. c.*, p. 707.

Santa-Marta (Goudot).

Notre plante de la côte de l'Atlantique est identique avec l'arbre qui fournit le *Gaïac* des Antilles.

2. Guaiacum arboreum DC., *Prodr.*, I, p. 707.

Zygophyllum arboreum Jacq., *Amer.*, 301, t. 83; HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VI, p. 11.

Vulgo : *Guayacan* ou *Guayacan polvillo*.

Dans la vallée du Magdalena, jusqu'à l'altit. de 800 mètres au-dessus du niveau de la mer (Tr.); Carthagène (Jacquin, Goudot, Sutton-Hayes); savanes du Valle de Upar, Santa-Marta (Purdie). — Venezuela, Carabobo (Funck et Schlim, n. 536; Funck, n. 1821).

Les fruits du *Guaiacum arboreum* diffèrent assez de ceux du *G. officinale;* ils sont secs et surmontés de quatre ailes larges et membraneuses, au lieu d'être tétra- ou pentagones et à peu près charnus. Les fleurs de la première de ces espèces forment d'abondants et magnifiques bouquets jaunes qui se voient de loin en se détachant sur le fond vert de la forêt, que dominent presque toujours ces arbres élevés; les fleurs de la seconde espèce sont au contraire bleues et moins brillantes.

Le *Guayacan* est un arbre de haute futaie, à bois d'une couleur jaune foncé tirant au vert, et à cassure presque pulvérulente. C'est un des plus durs et des plus pesants de l'Amérique, où on le considère comme incorruptible et presque aussi résistant que le fer. Notre *Guayacan* est sans doute un bon succédané du *Gaïac*, et on l'emploie comme tel à la Nouvelle-Grenade. La séve qui se trouve souvent au centre des grands arbres, et dans les interstices des couches ligneuses intérieures, est recommandée particulièrement comme un sudorifique puissant. Cette boisson convient, paraît-il, aux lépreux.

Distribution géographique. — Les Zygophyllées grenadines appartiennent toutes à la région très-chaude et ne dépassent guère 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les espèces de la première tribu forment des herbes qui rampent sur un sol aride; celles de la seconde, tout au contraire, forment de très-grands arbres dont la cime domine les forêts tropicales.

Leur bois est inestimable par les usages très-variés auxquels on l'emploie.

V. — MELIACEÆ Adr. de Juss.; DC.

Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, p. 327.

Trib. I. — MELIEÆ, Adr. de Juss.

Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 332.

I. — MELIA Linn.

Endl., *Gen.*, n° 5520; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 332.

1. Melia Azedarach Lin.; DC., *Prodr.*, I, 621; HBK., *Nov. Gen. et sp.*, V, p. 215.

Melia sempervirens Sw., *Fl. Ind. occ.*, II, p. 737; Sw., *Obs.*, p. 171.

Vulgo : *Paraiso*, dans plusieurs localités de la Nouvelle-Grenade (Tr.); *Jasinto* à Panama.

Cultivé dans les jardins des régions chaudes et tempérées, jusqu'à l'altitude de 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Notre plante grenadine est exactement le *Melia sempervirens* des Antilles, décrit par Swartz, et qui ne diffère pas essentiellement du *Melia Azedarach* de l'Asie. L'espèce a été sans doute introduite en Amérique, où elle s'est complétement naturalisée; elle y forme, dans les jardins, un arbre de hauteur moyenne, presque toujours chargé de fleurs.

Trib. II. — TRICHILIEÆ A. de Juss.

Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 332.

II. TRICHILIA Lin.

Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 337.

Les *Trichilia*, dans leur acception la plus large, présentent une série d'espèces aux dépens desquelles on a constitué des genres dont la fusion a été reconnue aujourd'hui nécessaire par la généralité des botanistes. En effet, le nombre des parties de la fleur et des ovules, ainsi que celui des carpelles, sont variables.

Il en résulte que nos *Trichilia* peuvent se partager en deux groupes assez distincts : les *Trichilia* proprement dits, dont les panicules sont terminales et les fruits à trois valves séminifères, et les *Portesia* (*Pholacilia*, etc.), à cymes axillaires, et, le plus souvent, à capsules à deux ou trois valves, dont une seule séminifère.

* Eutrichilia.

1. Trichilia spondioides Sw.; DC., *Prodr.*, I, p. 622 ; HBK., *Nov. Gen. et sp.*, V, p. 214; Jacq., *Hort. Schœnb.*, I, t. 102 ; Adr. de Juss., *Mem. Mus.*, XIX, p. 237; Walp., *Rep.*, I, p. 432; *Guidonia nucis Juglandis foliis minor*, Plum., *Icon.* ined. in Bibl. Mus. Par.

Dans les forêts des vallées des grandes rivières, Magdalena, Cauca, Patia, etc., jusqu'à 1200 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Carthagène (Jacquin) ; Mompox, sur les bords du Magdalena (Bonpland); Santa-Marta (Goudot); San-Juan, Panama (Seemann). — Venezuela, colonie Tovar (Fendler, n. 136-137); la Guayra (Moritz, n. 1514).

Cette espèce se rencontre aux Antilles et sur le continent ; elle s'est donc constitué une aire géographique très-étendue en se répandant dans les régions chaudes et tempérées de l'Amérique. Quant à la grandeur des fleurs, elle est très-variable, et ses étamines sont libres ou plus ou moins cohérentes à la base.

Le *Guidonia Juglandis foliis minor*, des manuscrits de Plumier, cité par Burmann, et qu'il est porté à considérer comme une variété du *Guidonia nucis Juglandis foliis major* (*Guarea trichilioides*), représente évidemment un rameau fructifère du *Trichilia spondioides*, et non le véritable *Guarea trichilioides*. Ces fruits sont presque sphériques, loculicides, trivalves, tandis que les fruits des *Guarea* sont tout à faits différents.

2. Trichilia tomentosa HBK., *Nov. Gen. et sp.*, V, p. 215; DC., *l. c.*, 622.

Trichilia juglandifolia Kunth. hb. Juss., in *Mem. Mus.*, XIX, p. 237 ; Walp., *Rep.*, I, p. 433.

Entre el Hospicio et la Mesa, altit. 1400 mètres, vallée du Magdalena (Triana) ; même vallée, Chaparral (Goudot).

Les échantillons qui, dans l'herbier de Bonpland, ont été nommés *Trichilia juglandifolia*, espèce adoptée par Adr. de Jussieu, dans sa monographie, répondent exactement à la description du *Trichilia tomentosa* du *Nova Genera*. Le type est originaire des Andes du Pérou, et Spruce l'a trouvé également à l'Équateur.

** Portesia.

3. Trichilia havanensis Jacq.; DC., *Prodr.*, I, p. 622; Adr. de Juss., *l. c.*

Trichilia glabra Willd., *Sp.*, II, p. 553.

Trichilia minor Rich., *Fl. Cub.*, p. 303, t. 33.

Portesia glabra Griseb., *Fl. West. Ind. isl.*, 130.

Portesia ovata Griseb.

Moschoxylum cuneatum, Turcz., in *Bull. Mosc.* (1858), p. 413.

Entre Tena et Ibague, vallée du Magdalena, altit. 400-1400 mètres (Triana, Goudot); volcan de Chiriqui; Boquete, Veraguas (Seemann).

La plante de l'intérieur de la Nouvelle-Grenade répond exactement au *Trichilia* des Antilles du groupe des *Portesia* de Cavanilles.

4. Trichilia montana HBK., *Nov. Gen. et sp.* VII, p. 226; Adr. de Juss., *Mem. Mus.*, XIX, p. 237; Walp., *Rep.*, I, p. 433.

Trichilia macrophylla Benth. in hb. Spruce (Santarem).

Forêts du Quindio, altit. 2000-2800 mètr. (Bonpland); Quindio, altit. 500-2500 mètr. (Tr.); Vega de Supia (Goudot); Susumuco, Andes de Bogota, altit. 1000 mètr. (Tr.); Panama (Fendler, n. 139).

Espèce voisine du *T. diversifolia*.

On ne connaissait pas les fruits du *Trichilia montana*, découvert dans les forêts tempérées du Quindio par Humboldt et Bonpland. Ces auteurs ne trouvèrent que la plante en fleur; mais nous avons pu récolter dans les mêmes localités, et peut-être sur les mêmes sujets, des exemplaires en

fleur et en fruit. Les fruits sont des capsules atténuées aux deux extrémités, qui s'ouvrent en trois valves, ou très-rarement en deux seulement, jaunes et pubescentes à l'extérieur et recouvertes d'écailles verruqueuses ou de petites protubérances aiguës. Chaque loge ne contient qu'une seule graine ovoïde, à testa glabre et d'un brun foncé.

Nous ne croyons pas le *Trichilia macrophylla*, Benth. mss., de Santarem, recueilli par Spruce, distinct du *T. montana*.

5. Trichilia Goudotiana †, arborea, glabriuscula, ramulis cortice cinereo-fuscescente vestitis lenticellisque creberrimis insperso, foliis abrupte pinnatis 1–2–jugis petiolo communi puberulo, foliolis oblongo-ellipticis basi et apice attenuatis v. acuminatis glaberrimis, nervis secundariis obliquis, paniculis brevibus axillaribus pubescenti-villosis, floribus parvis sessilibus, calyce parvo hispidulo, petalis extrorsum sericeis, fructibus rotundatis sæpius trilocularibus valvis extrorsum villosis exsiccatione rufescentibus.

Entre la Mesa, Copo et le Magdalena, altit. 600 mètres (Triana); Iguanima, Magdalena (Goudot).

Cette espèce ressemble beaucoup au *Trichilia montana*, surtout par ses feuilles, mais elle s'en distingue nettement par la pubescence brune et abondante de ses inflorescences, et surtout par les valves des fruits qui ne sont pas muriquées extérieurement, mais simplement pubescentes.

6. Trichilia excelsa Benth., mss. in hb., arborea, ramis pube intactili vestitis cinereo-fuscis lenticellis dense inspersis, ramulis annotinis subvelutinis, foliis alternis imparipinnatis 3-4-jugis, foliolis elliptico-oblongis vel obovato-oblongis basi in petiolum brevem attenuatis apice plus minusve longe acuminatis, nervis secundariis 9-11 ascendentibus ad marginem anastomosantibus subtus prominentibus supra glabris subnitidis subtus petioloque communi pubescentibus, paniculis brevibus plurifloris exsiccatione rufescentibus, pedunculis pedicellis floribusque sericeo-puberulis, calycibus brevibus 5 dentatis.

Forêts de San-Julian, prov. d'Antioquia, altit. 1800 mètres (Tr.).

Notre plante grenadine s'accorde assez bien avec le *Trichilia excelsa*,

Benth., récolté à Santarem, dans le Para, par Spruce. La plante se reconnaît à la pubescence veloutée jaunâtre qui recouvre les feuilles et les rameaux. Elle rappelle par son ensemble les deux espèces précédentes du groupe des *Portesia*.

Fendler (n. 137 et 139) a retrouvé à la colonie Tovar, vers la côte de l'Atlantique, dans le Venezuela, le *Trichilia hirta* Lin. (DC., *loc. cit.*, 622), et le *Trichilia diversifolia* Adr. Juss. (*l. c.*, 237).

III. — RUAGEA Karst.

Fl. Columb. specim. select., II, 51, t. 126.

MM. Bentham et J. D. Hooker, dans leurs additions aux Méliacées de leur *Genera plant.*, I, p. 994, considèrent le genre *Ruagea* comme synonyme du genre *Guarea*.

Cependant les affinités plus directes du *Ruagea* nous semblent être avec le genre *Cabralea*, soit par le faciès, soit par ses fleurs pentamères, dont le calice présente cinq sépales, soit enfin par la manière dont les pétales sont imbriqués, etc.; mais il en diffère néanmoins par l'absence de l'anneau cylindrique ou lobé qui entoure la base de l'ovaire. Le nouveau type générique, établi par M. Karsten, a des fruits semblables à ceux des *Guarea*, et constitue ainsi une forme intermédiaire entre les deux genres *Guarea* et *Cabralea*.

Les véritables *Guarea* se font surtout remarquer par leur calice cupuliforme monophylle, et par leur fruit à parois épaisses qui ne s'ouvrent que tardivement et irrégulièrement.

1. RUAGEA PUBESCENS Karst., *l. c.*

Près de la Laguneta, dans les forêts de la région froide de Quindio (Goudot). — Venezuela, prov. de Caracas (Linden, n. 213); colonie Tovar (Fendler, n. 166).

Goudot a rapporté de la Laguneta deux sortes d'échantillons en apparence distincts, mais qui nous semblent appartenir à la même espèce : les uns ont des folioles plus grandes, plus larges et obtuses au sommet;

tandis que chez les autres échantillons, les folioles, plus nombreuses, sont relativement petites et plus aiguës. Mais nous savons que ces échantillons ont été récoltés à la même place sur des arbres d'âge différents et qui varient de 20 à 40 pieds de hauteur. Du reste, la plante du Quindio est exactement semblable à celle du Venezuela, récoltée par M. Linden.

2. Ruagea glabra †, arborea, glabra, ramulis cortice fuscescenti verrucisque parvis insperso vestitis, foliis imparipinnatis pedunculo communi gracili subalato 4-5-jugis, foliolis oblongis basi in petiolum brevissimum articulatum attenuatis apice obtusis v. breviter et obtuse acuminatis utrinque glaberrimis, nervis primariis utrinque prominulis, paniculis gracilibus folio brevioribus parvifloris pedunculatis, pedunculo compresso, floribus calyce petalisque glabriusculis, sepalis 5 concavis obtusis subciliatis imbricatis, fructibus tenuibus globosis variolosis exsiccatione rufescentibus glaberrimis.

Entre la Mesa et Junca, sur le versant occidental des Andes de Bogota, altit. 1200 mètres (Triana).

A cause de ses fleurs à cinq pétales distincts, imbriqués, nous faisons rentrer cette plante dans le genre *Ruagea*. Ses fruits franchement à quatre valves, les ont relativement minces.

IV. — GUAREA Lin.

Endl., *Gen.*, n° 5543; A. de Juss.

1. Guarea trichilioides Lin., *Mant.*, p. 228; Cav., *Diss.*, VII, p. 366, t. 210; HBK., *Nov. Gen. et sp.*, V, p. 217; Adr. Juss., *Mem. Mus.*, XIX, p. 240; Walp., *Rep.* I, 434.

Trichilia Guara Lin., *Spec.*, p. 551.

Melia Guara Jacq., *Amer.*, p. 126, t. 176, f. 37.

Guarea grandifolia DC., *Prodr.*, I, 624.

Guidonia nucis Juglandis foliis major Plum., *Icon.* ined. in Mus. Par.; *Guidonia major*, *Samydæ foliis ovatis acuminatis* Burm., *Icon.*, 147, f. 2.

Guarea Aubletii Juss., *l. c.*, 241, 283.

Guarea surinamensis Miquel.

Vulgo : *Mestizo*, *Bilibili ; Guamo blanco* ou *Guamo simarron*, dans la vallée du Magdalena ; *Bailador* au Socorro ; *Trompillo* à Ocaña. — *Bois rouge* de Saint-Domingue.

Très-répandu dans la vallée du Magdalena et dans les régions chaudes, jusqu'à la hauteur de 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer (Tr.) ; Carthagène (Jacquin) ; Mompox, sur les bords du Magdalena (Bonpland) ; Panama (Seemann, Sutton-Hayes).

Jacquin (*Amer.*) a publié, sous le nom de *Melia Guara,* une plante qui porte vulgairement à Cuba le nom de *Guara*, et qui abonde aux Antilles, à Carthagène et dans plusieurs autres localités du continent américain. Linné rapporta d'abord (*Spec.*, p. 551) ce *Melia* de Jacquin au *Trichilia*, dont il fit son *Trichilia Guara*, mais il l'éleva plus tard au rang de genre sous la dénomination de *Guarea trichilioides*.

Cavanilles, d'après l'étude des exemplaires provenant des Antilles, et conservés au Muséum d'histoire naturelle de Paris, exemplaires qui répondent rigoureusement à l'excellente description du *Melia Guara,* confirma les caractères du type primitif du *Guarea trichilioides* de Linné. Adr. de Jussieu, dans son *Mémoire sur les Méliacées*, adopta l'opinion de Cavanilles, mais avec la pensée que son espèce était le *Guidonia nucis Juglandis foliis minor* des mss. de Plumier, et non pas le *Guidonia nucis Juglandis foliis major* du même ouvrage, devenu le *Guarea grandifolia* de DC., tandis qu'il est certain que ce *Guidonia nucis Juglandis foliis major* de Plumier répond au *Guarea trichilioides* (L.) tel que Cavanilles l'a défini.

Cependant De Candolle (*Prodr.*), croyant aussi que le *Guarea trichilioides* de Linné et de Cavanilles appartenait à deux espèces différentes, représentées par les deux *Guidonia* de Plumier, conserva, nous ne savons par quelle raison, à la plante décrite par Cavanilles, le nom de *Guarea trichilioides*, de préférence à celui imposé par Linné, tandis que le *Guarea trichilioides* primitif de cet auteur fut nommé dans le *Prodrome Guarea grandifolia*, avec le synonyme de la fig. 2, t. 147, de Burmann, ou *Guidonia nucis Juglandis foliis major* de Plumier. Il en est résulté un changement de noms et de synonymes fort embarrassants.

Peut-être De Candolle se trouva-t-il, comme A. de Jussieu, sous l'impression que le *Guarea trichilioides* de Cavanilles était le représentant du *Guidonia Juglandis foliis minor* des mss. de Plumier, que Burmann cite seulement comme variété de l'autre *Guidonia Juglandis foliis major*, mais sans en reproduire le dessin.

La publication par Burmann de ce *Guidonia Juglandis foliis minor* aurait pu éviter la confusion, car le dessin de Plumier, que nous avons examiné avec attention, représente un fruit capsulaire à trois valves, identique avec ceux du *Trichilia*, et non comme ceux du *Guarea*. Pour éviter le changement de noms proposé par DC., et pour rétablir l'exactitude dans la nomenclature, nous croyons devoir proposer comme synonyme du *G. trichilioides* Lin. et Cav. le *G. macrophylla*, en réunissant, d'autre part, le *Guidonia Juglandis foliis minor*, comme nous l'avons fait, au *Trichilia spondioides*.

Enfin, A. de Jussieu distingue son *G. Aubletii* du *G. trichilioides* par la coloration plus foncée de l'écorce, qui nous semble un caractère de très-peu de valeur.

2. GUAREA SWARTZII DC., *Prodr.*, I, p. 624.

Guarea Vahliana Adr. Juss., *Mem. Mus.*, p. 282.

Guarea glabra Vahl., mss.

Forêts du Quindio et de la prov. d'Antioquia, altit. 2000 mètr. (Triana).

Par la consistance et la nervation des feuilles, par l'inflorescence courte et pauciflore, par les pétales glabres en dehors, nos échantillons répondent au *Guarea Swartzii*, conservé dans l'herbier du Muséum, qui est le même *Guarea Vahliana* (*Guarea glabra* Vahl, in herb. Juss.).

3. GUAREA GIGANTEA †, arborea, magna, coma ampla, ramulis annotinis epidermide pube intactili ferrugineo vestitis, foliis amplis abrupte pinnatis multijugis, petiolo communi supra sulcato fusco, foliolis suboppositis maximis (30-35 cent., longis, 10-12 latis) lineari-oblongis basi in petiolum brevem crassum attenuatis apice breviter acuminatis, nervis secundariis 18 prominulis, nervo medio subtus puberulo supra tenuissime granuloso, panicula ampla basi ramosa foliolis subæquanti, ramis sulcato-angulosis, inferioribus elongatis, floribus brevissime pedicellatis magnis (1 cent. et ultra), calycinis lobis rotundatis, petalis extrorsum sericeis.

Vulgo : *Tigre* (Triana).

Près de San-Miguel, à l'orient des Andes de Bogota, altit. 1600 mètres (Triana).

Les affinités directes de cette plante sont avec les *Guarea megantha*, et *G. Perrottetiana* A. de Juss. Le premier se distingue par la pubescence veloutée jaunâtre des rameaux, pétioles et pédoncules, par les grappes à rameaux courts, les fleurs un peu plus grandes et plus courtement pédicellées, etc. Chez le second, les inflorescences sont courtes, simples et spiciformes, et les calyces se divisent de bonne heure en deux parties.

4. GUAREA POEPPIGII †, arborea, ramulis cortice cinereo-vestitis, foliis abrupte pinnatis 3-5-jugis cum foliolis 4-8 superioribus abortivis foliolis majusculis, oppositis oblongis in petiolum brevem attenuatis apice obtusis vel acutiusculis coriaceis glaberrimis, nervis supra vix prominulis subtus tenuibus, panicula axillari laxiflora folio quadruplo v. dimidio breviori, floribus brevissime pedicellatis, calycibus brevibus obsolete denticulatis puberulis, petalis adpresse piloso-sericeis.

Trichilia polyantha Pœpp. mss., n. 2377 B.

Forêts du Quindio (Triana).

Comme chez d'autres espèces, chez celle-ci les dernières paires de folioles, au nombre de trois ou quatre de la feuille composée, avortent, laissant la feuille réduite à trois ou cinq paires de folioles seulement. La panicule est aussi relativement courte ; elle ne mesure guère que la moitié de la longueur de la feuille dans les échantillons de Pœppig, et le quart dans les nôtres, qui, tout en étant très-incomplets, n'en diffèrent pas sensiblement. Notre *Guarea Pœppigii* rappelle le *Carapa sericea* Pœpp. et Endl., qui appartient très-probablement au genre *Guarea*.

5. GUAREA FULVA †, arborea hispida, ramulis cortice cinereo absque lenticellis vestitis, foliis 3-4-jugis petiolo communi hispido, foliolis oblongis majusculis supra glabris (salvo nervo medio) subtus villoso-tomentosis, paniculis fructiferis hispidis folium medium vix æquantibus, fructibus submaturis globosis, glabriusculis lævibus magnitudine cerasi minoris.

La Mesa, sur le versant occidental des Andes de Bogota, altit. 1400 mètres (Tr.).

Nos exemplaires de cette plante sont seulement en fruit, mais ces fruits, à quatre loges à parois ligneuses et dures, ressemblent tout à fait

à ceux de la généralité des *Guarea*. L'espèce se distingue aisément par sa pubescence fauve.

6. Guarea glauca +, arborea glabra, ramulis cortice fuscescenti lenticellisque insperso, foliolis abortu 2-3-jugis, foliolis oppositis majusculis oblongis basi in petiolum brevissimum attenuatis apice longe acuminatis utrinque glaberrimis glaucescentibus, nervis secundariis utrinque 8-12 subtus prominulis, panicula fructifera petiolo plus minusve breviore, fructibus rotundatis v. ellipsoideis sublignosis extrorsus verrucoso-lenticellatis quadrivalvibus, seminibus in loculis 2 superpositis, arillo rubro.

Villavicencio et plaines du Meta, altit. 400 mètres (Triana).

Comme le *G. apiiodora*, cette plante exhale également une odeur prononcée et caractéristique. Les deux doivent être très-voisines ; mais les graines de notre *G. glauca* sont beaucoup plus petites que celles du *G. apiiodora*.

7. Guarea apiiodora Baill., *Adansonia* (ann. 1871), X, p. 112.

Dans les plaines du Cumaral et de San-Martin, à l'orient des Andes de Bogota, altit. 400 mètres.

Il y a environ un an que des droguistes parisiens donnèrent à examiner aux botanistes du Muséum des écorces envoyées, disaient-ils, du Pérou. Ces écorces, épaisses, à épiderme fongueux, recouvrant un liber foliacé, et exhalant une forte odeur de Céleri ou de Mélilot, étaient accompagnées de quelques fleurs et d'une seule foliole. A l'aide de ces éléments, M. Baillon arriva à constituer les caractères d'une espèce évidemment nouvelle de *Guarea* qu'il nomma *G. apiiodora*. Plus récemment encore nous avons reçu, pour les déterminer, des écorces provenant de la localité ci-dessus et qui nous semblent se rapporter au *Guarea apiiodora ;* nous la signalons dans l'espoir qu'elle pourra, à plus d'un titre, acquérir de l'importance.

V. — ODONTANDRA HBK.

Endl., *Gen.*, n° 5547; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 337.

Moschoxylum Adr. Juss., *Mem. Mus.*, XIX, p. 238.

Adr. de Jussieu, ayant considéré l'*Odontandra* de H. et B. comme genre douteux, publia son genre *Moschoxylum*, qui n'en

diffère que par les seuls caractères des étamines, qui sont au nombre de 8-10, par les feuilles pinnées, mais surtout par l'ovaire assis sur un disque plus ou moins développé, qui manque totalement dans l'*Odontandra*. Cependant ces caractères, que nous retrouvons dans la généralité des *Moschoxylum*, varient dans certaines espèces. Par exemple, les *M. pentandrum* Pœpp. et Endl. (*Nov. Gen.*, III, 39), et *M. propinquum* Miq., n'ont que cinq anthères. Au contraire, une plante de Bahia (récoltée par Blanchet, n. 1854) a les feuilles unifoliolées et les fleurs dépourvues de disque comme les *Odontandra*, tandis que les anthères dépassent le nombre cinq, comme chez les *Moschoxylum*.

Au fond, ce serait donc la présence ou l'absence de disque qui constituerait le caractère essentiel des deux genres, s'il était constant ; mais dans la série d'espèces rapportées au *Moschoxylum*, nous voyons le disque être plus ou moins développé ou disparaître à peu près complétement chez d'autres. En présence de ces variations, la réunion des deux genres nous semble indiquée et nécessaire.

Les fruits des *Odontandra* sont construits sur le type de ceux des *Trichilia* (*Portesia*), c'est-à-dire qu'ils n'ont qu'un seul carpelle fertile, mais ils sont plus allongés et quelquefois presque en massue.

* Euodontandra. — *Foliis unifoliolatis.*

1. Odontandra acuminata Humb. et Bonpl. in Willd. herb.; Rœm. et Schult., *Syst. vég.*, V, p. 511 ; HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VII, 229, non Karst.

Vulgo : *Mangle blanco.*

Entre Turbaco et Carthagène (Bonpland, Triana).

Nos exemplaires, récoltés dans la même localité que ceux de Bonpland, sont naturellement tout à fait identiques avec les siens.

2. Odontandra Karstenii.

Odontandra acuminata Karst., *Fl. Columb. spec. select.*, II, p. 15, t. 120.

Vulgo : *Yayo colorado* (Tr.).

Entre la Mesa, rio Seco et le Magdalena, altit. 400-1000 mètres (Goudot, Triana).

M. Karsten, pour confirmer la détermination spécifique de son *Odontandra*, a fait comparer, dans les herbiers de Paris, par M. Naudin, son dessin avec le type de l'*O. acuminata* qui s'y trouve conservé. Mais il n'a pas été facile de saisir les différences entre deux plantes représentées, d'un côté par un simple échantillon incomplet, et d'un autre côté par un dessin. Au moyen de matériaux plus complets de l'*Odontandra acuminata*, nous avons reconnu des différences qui nous semblent spécifiques : l'*O. Karstenii* se distinguerait de l'*O. acuminata* par ses feuilles coriaces, dures et cassantes sur le sec, ses pétales connivents à la base, ses inflorescences plus rameuses et à fleurs plus abondantes, disposées en glomérules supportés par des pédoncules comprimés, etc.

** Moschoxylum. — *Foliis pinnatis.*

3. Odontandra quadrijuga.

Trichilia quadrijuga HBK., *Nov. Gen. et sp.* V, p. 215; DC., *Prodr.*, I, 622 ; Adr. Juss., *l. c.*

Près de San-Bartholome, sur les bords du Magdalena, altit. 400 mètres (Bonpland) ; rio Seco (Goudot).

Par ses pétales valvaires, par le tube des étamines et par le faciès, le *Trichilia quadrijuga* appartient au genre *Odontandra* (*Moschoxylum*).

4. Odontandra tuberculata †, arbor 30-40 pedalis, ramulis subvelutinis, foliis imparipinnatis 5-7-foliolatis, rachi supra canaliculata, foliolis alternis oblongis integris basi leviter inæquali in petiolulum brevem attenuatis apice acuminatis acutis subcoriaceis glabris exsiccatione fuscescentibus, nervis primariis subtransversis, aliis tenuissime reticulatis, paniculis axillaribus folio brevioribus, floribus breviter pedicellatis, calyce quadridentato, petalis valvatis, ovariis tomentosis, capsula immatura ovoidea leviter tuberculata.

Vulgo : *Alfajia* (Sutton-Hayes).

Dans les forêts ombreuses de la station de l'Empire, le long du chemin de fer de Panama (Sutton-Hayes).

Cette espèce ressemble, au premier abord, à l'*Odontandra quadrijuga* (*Trichilia* HBK.), mais sa capsule, au lieu d'être allongée et lisse, est ovoïde et tuberculeuse; ses feuilles sont en outre atténuées à la base et à nervures réticulées, dont les primaires sont saillantes en dessous.

L'*Odontandra tuberculata* présente également une grande ressemblance avec l'*Hedwigia balsamifera*.

5. Odontandra appendiculata †, arborea, ramulis teretibus cortice flavescenti-cinereo vestitis, novellis puberulis, foliis imparipinnatis 7-9-foliolatis, foliolis alternis petiolulatis ovato-oblongis v. ovatis acutis basi rotundatis breviter acuminatis integris glabris reticulato-venosis, rachi puberula ipsa basi foliolis abortivis obovatis vel linearibus appendiciformibus stipata, racemis terminalibus v. axillaribus elongatis laxifloris folium superantibus pedunculatis, pedunculis insigniter compressis vel alternatim hinc planis inde carinatis, floribus ad apices ramulorum breviorum brevissime pedicellatis bracteis minutis subulatis stipatis, calyce cupuliformi quinquedentato, petalis extus glabris vel sericeis basi cohærentibus, fructo immaturo ovoideo tomentoso.

Vulgo : *Yayo blanco*.

Entre Tocaima et les bords du Magdalena, altit. 400 mètres (Triana); entre Ibague et la rivière du Magdalena (Goudot); Santa-Marta (Purdie).

Cette espèce est remarquable en ce que les folioles inférieures du rachis sont réduites, soit à des lanières étroites stipuliformes, soit à des lamelles obovales. Quelque chose d'analogue a lieu chez l'*Odontandra pseudostipulare* Juss. (sub *Moschoxylo*), mais les pétioles de la base des feuilles, également petites, ne se transforment pas en lanières, mais restent toujours foliacées, orbiculaires et sessiles.

6. Odontandra parviflora †, arborea, ramis junioribus foliis pedunculis pedicellisque pubescenti-hirtis, foliis imparipinnatis 3-4-jugis, foliolis oppositis elliptico vel obovato-lanceolatis, margine subundulatis basi in petiolulum gracillimum attenuatis (foliolo impari longius petiolulato) apice acuminatis acutis membranaceis pellucido-punctatis supra glabris subtus ad nervos

pubescenti-hirtis, paniculis gracilibus axillaribus terminalibusve foliis brevioribus vel subæquilongis paucifloris, floribus minimis breviter pedicellatis minute bracteatis, calyce quinquedentato, dentibus deltoideis, petalis ellipticis basi leviter imbricatis.

Dans la vallée du Magdalena, à l'altitude de 1300 mètres au-dessus du niveau de la mer (Tr.).

Notre *Odontandra parviflora* forme un arbre de moyenne grandeur, à folioles membraneuses, parsemées de points et de lignes translucides, comme chez les Rutacées; ses pédoncules, pétioles et derniers rameaux sont grêles et recouverts de petits poils étalés; enfin ses fleurs sont très-petites. Ce sont autant de traits qui distinguent cette espèce de l'*Odontandra elegans* (*Moschoxylum* Adr. de Juss.), avec lequel elle a de la ressemblance. La base des pétales est libre chez les deux espèces.

Trib. III. — SWIETENIEÆ.

Benth. et J. D. Hook., *Gen.*, I, p. 338.

VI. — SWIETENIA L.

Endl., *Gen.*, n. 5549; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

Swietenia Mahagoni Lin.; DC., *Prodr.*, p. I, Hook., *Bot. Misc.*, I, t. 21, Suppl. t. 16, 17; Adr. Juss., *Mem. Mus.*, XIX, t. 22, 25.

Vulgo : *Cahobo.*

Sur la côte de Carthagène.

C'est la plante qui fournit le bois bien connu d'Acajou.

VII. — ELEUTHERIA Rœm.

Synops., 122; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, p. 339.

Schmardæa Karst., *Fl. Columb. sp. select.*, I, 187, t. 93.

1. Eleutheria nobilis.

Schmardœa nobilis Karst., *l. c.*

Vulgo : *Curito* à Surata.

Surata, prov. de Pamplona, altit. 1200 mètres (Tr.); Nouvelle-Grenade (Purdie).

Cette espèce est très-voisine de l'*Eleutheria microphylla* Hook. (sub *Guarea*), dont les folioles sont en général plus petites. Ces fleurs forment des cymes courtes, axillaires, et les fruits sont solitaires sur des pédoncules pendants.

TRIB. IV. — CEDRELEÆ.

Benth. et J. D. Hook., *Gen.*, I, p. 339.

VIII. — CEDRELA Lin.

Endl., *Gen.*, n° 5556; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

1. Cedrela odorata Lin., *Sp.*, 289; DC., *Prodr.*, I, 624.

Vulgo : *Cedro*.

Sur les bords du Magdalena, altit. 300 mètres (Bonpland, n. 1658). — Venezuela, Carabobo (Funck et Schlim, n. 625).

Nous trouvons au Muséum une feuille avec des folioles détachés du *Cedrela odorata*, appartenant à l'herbier particulier de Bonpland et qu'il récolta sur le Magdalena. Funck et Schlim l'ont aussi trouvé dans le Venezuela.

On sait que le *Cedro* est un bois des plus estimés en Amérique.

2. Cedrela Bogotensis †, arborea glabra 40-50 pedalis alta, coma ampla donata, ramis annotinis lenticellis raris oblongis flavidis petioloque inspersis, foliis abrupte pinnatis 7-9-jugis, foliolis suboppositis oblongis basi rotundatis subobliquis breviter petiolulatis apice acuminatis coriaceis, nervis secundariis subtransversis validis, supra nitidis subtus pallidioribus exsiccatione fuscescentibus, paniculis ramosis folio brevioribus, ramulis brevioribus puberulis cymoso-plurifloris, floribus subsessilibus, lobis calycinis obtusis vel subacutis, petalis extrorsum sericeis.

Vulgo : *Cedro*, ou *Cedro colorado* ou *oloroso*.

Croît dans les environs de Bogota, à 2500-2700 mètres au-dessus du niveau de la mer (Triana).

Les affinités les plus évidentes de cette plante sont avec le *Cedrela angustifolia*, originaire du Pérou, et le *Cedrela montana*, primitivement découvert dans le Venezuela. Elle diffère du premier par ses folioles presque sessiles et non insensiblement atténuées en un long et assez grêle pétiolule, par les lobes du calyce subcarénés extérieurement et non arrondis, etc. ; elle s'éloigne principalement du second par des folioles qui ne sont pas tomenteuses en dessous, etc.

Le *Cedrela bogotensis* est un grand et bel arbre des forêts tempérées des Andes, à tronc droit et élancé, dont le bois odorant est d'une grande utilité dans la menuiserie, etc.

3. Cedrela montana Moritz mss. ex Turcz., in *Bull. Mosc.*, (ann. 1858), p. 415.

Vulgo : *Cedro.*

Cordillère de Bogota, altit. 2000 mètres (Tr.). — Venezuela, colonie Tovar (Moritz, Fendler, n. 140).

Comme nous venons de le dire, le *Cedrela montana* se distingue de presque tous ses congénères par la pubescence roussâtre qui recouvre principalement la face inférieure des folioles.

Distribution géographique. — La généralité des Méliées grenadines appartient à la région chaude, comme les *Odontandra* et plusieurs espèces de *Guarea*, *Trichilia* et *Ruagea*. Cependant on trouve dans la région tempérée, et même jusque dans la région froide, quelques espèces de ces trois derniers genres. Les Cédrélées tiennent à peu près les deux extrémités de toute la zone de végétation des Andes. L'Acajou et le *Cèdre odorant* se plaisent vers le niveau de la mer dans la région chaude ; au lieu que nos autres deux *Cèdres* de montagne et le *Curito* (*Eleutheria*) végètent dans la région froide à partir de la limite supérieure de la région tempérée. Les Cèdres et l'Acajou fournissent dans les deux régions des bois très-connus et des plus estimés.

VI. — CHAILLETIACEÆ.

DC., *Prodr.*, I, 57; Endl., *Gen.*, p. 1104; Benth. et J. D. Hook., *Gen.*, *pl.*, I, 340.

I. — CHAILLETIA DC.

Endl., *Gen.*, n. 5758.

1. Chailletia sp. nov.

Dans le bassin du Meta, altit. 300 mètres.

Nous avons récolté, sur les bords du rio Meta, une espèce de *Chailletia* très-probablement nouvelle, mais dont les échantillons sont trop imparfaits pour être décrits.

2. Chailletia Parkerii Planch. mss. in hb. Kew.

Venezuela, Silla de Caracas (Buschel).

Nous citons seulement cette seconde espèce, voisine du *Chailletia pedunculata*, d'après le manuscrit de M. Planchon, conservé dans l'herbier de Kew.

II. — TAPURA Aubl.

Endl., *Gen.*, n. 5759.

1. Tapura guianensis Aubl.; DC., *l. c.*, p. 58.

Plaines du Meta et du Casanare.

Cette plante de la Guyane doit être une de celles qui s'avancent le long des bords des affluents de l'Orénoque jusqu'au pied de la Cordillère des Andes.

Distribution géographique. — Les Chailletiacées appartiennent aux contrées chaudes et tropicales; aussi sont-elles tellement rares dans la Nouvelle-Grenade, que nous n'en avons rencontré qu'une seule espèce, à laquelle le *Tapura* paraît quelquefois associé dans les plaines orientales des Andes de Bogota, où il n'est pas rare de voir certaines espèces de la Guyane

s'avancer en remontant les grands fleuves, tels que l'Orénoque et l'Amazone. En dehors de cette contrée, les Chailletiacées semblent manquer complétement, puisque les collections n'en renferment aucun représentant originaire des Andes tempérées.

VII. — OLACINEÆ Mirb.

DC., *Prodr.*, I, p. 521 ; Endl., *Gen.*, p. 1041 ; Benth. et J. D. Hook., *Gen. plant.*, I, p. 342.

OLACACEÆ Lindl., *Veg. Kind.*, edit. 3 (ann. 1853), p. 443.

Sans méconnaître l'affinité étroite qui rattache les Olacinées vraies avec les Santalacées, les Loranthacées, etc., nous croyons qu'au point de vue systématique, nous pouvons suivre l'exemple de MM. Bentham et Hooker, en laissant les vraies Olacinées parmi les familles de plantes à enveloppe florale double et à insertion hypogynique.

I. — XIMENIA Plum.

Endl., *Gen.*, n. 5490.

1. XIMENIA AMERICANA L., *Sp.*, 497; DC., *Prodr.*, I, 533.

Ximenia multiflora Jacq.; Lamk, *Encycl.*
Ximenia montana Macfadyen, *Fl. Jam.*, I, p. 121.
Ximenia Russelliana Wall., cat. n. 6784, fide Wight et Arn.

Vulgo : *Limoncillo* à Honda (Triana).

Dans le bassin du Magdalena, entre 200 et 800 mètres d'altit.; Anapoima, Honda etc. (Tr.); Santa-Marta (Purdie); Panama (Seemann, Duchassaing).

Espèce extrêmement répandue dans les régions tropicales de l'ancien et du nouveau monde. Elle varie à rameaux inermes ou épineux.

II. — HEISTERIA Jacq.

Endl., *Gen.*, n. 5491.

RHAPTOSTYLUM HBK. — Endl., *Gen.*, n. 5713.

1. HEISTERIA RHAPTOSTYLUM †.

Rhaptostylum acuminatum HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VII, p. 79, t. 621.

Villavicencio, au pied des Andes de Bogota, bassin du Meta, altit. 500 mètres; Junca, sur le versant occidental des Andes de Bogota, altit. 1400 mètres (Triana); forêts de Popayan, altit. 1750 mètres (Humb. et Bonpland); station de Lion-Hill, sur le chemin de fer de Panama (Sutton-Hayes, n. 390).

Nos exemplaires ont les feuilles plus longues d'un tiers que chez le type de Humboldt et Bonpland, et les mêmes feuilles sont plus arrondies à la base et relativement plus larges.

2. HEISTERIA CELASTRINEA †, arborescens glaberrima, ramis flexuosis, foliis lanceolatis vel oblongis 4-8 cm. longis basi sæpius obliqua acutiusculis apice acuminatis obtusiusculis margine leviter revoluto integerrimis coriaceis penninerviis reticulato-venosis, floribus axillaribus rachi florifero brevi incrassato dense squamoso bracteolato, pedicellis flore longioribus, calycis patelliformis dentibus 5 triangularibus acutis corollæ 2-3-plo brevioribus, petalis staminibusque glabris, stylo brevissimo, stigmate capitato.

Forêts de la province d'Ocaña.

Arbor altitudine mediocri, ligno duro, rami teretes, valde flexuosi, ramuli annotini angulati, folia alterna v. inferiora sæpe opposita.

Bien que le fruit mûr de cette espèce nous soit inconnu, cette lacune ne laisse aucun doute sur sa détermination générique, car on distingue nettement autour des jeunes fruits les calyces accrescents. Les feuilles sèches sont dures et rappellent celles de diverses Célastrinées du Cap.

III. — SCHŒPFIA Schreb.

Endl., *Gen.*, n. 4260.

1. Schoepfia vacciniflora Panch. mss. in herb. Kew.

Près de San-Sébastien, Sierra-Nevada de Santa-Marta (Purdie).

Espèce très-distincte, voisine du *Hænkea flexuosa*, signalée jadis en mss. dans l'herbier de Kew par M. Planchon.

Distribution géographique. — Le *Ximenia* appartient exclusivement à la région chaude, tandis que de nos deux *Heisteria*, l'un (*H. celastrinea*) habite la région tempérée, et l'autre s'étend à la fois dans la région chaude et la région tempérée (1).

(1) L'un de nous n'a pris à la révision des cinq familles précédentes qu'une part des plus secondaires. Il doit donc laisser le mérite du travail à son collaborateur, et dans ce cas au véritable auteur, M. Triana. (J. E. Planchon.)

FIN DU QUINZIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE.

TABLE DES MATIÈRES

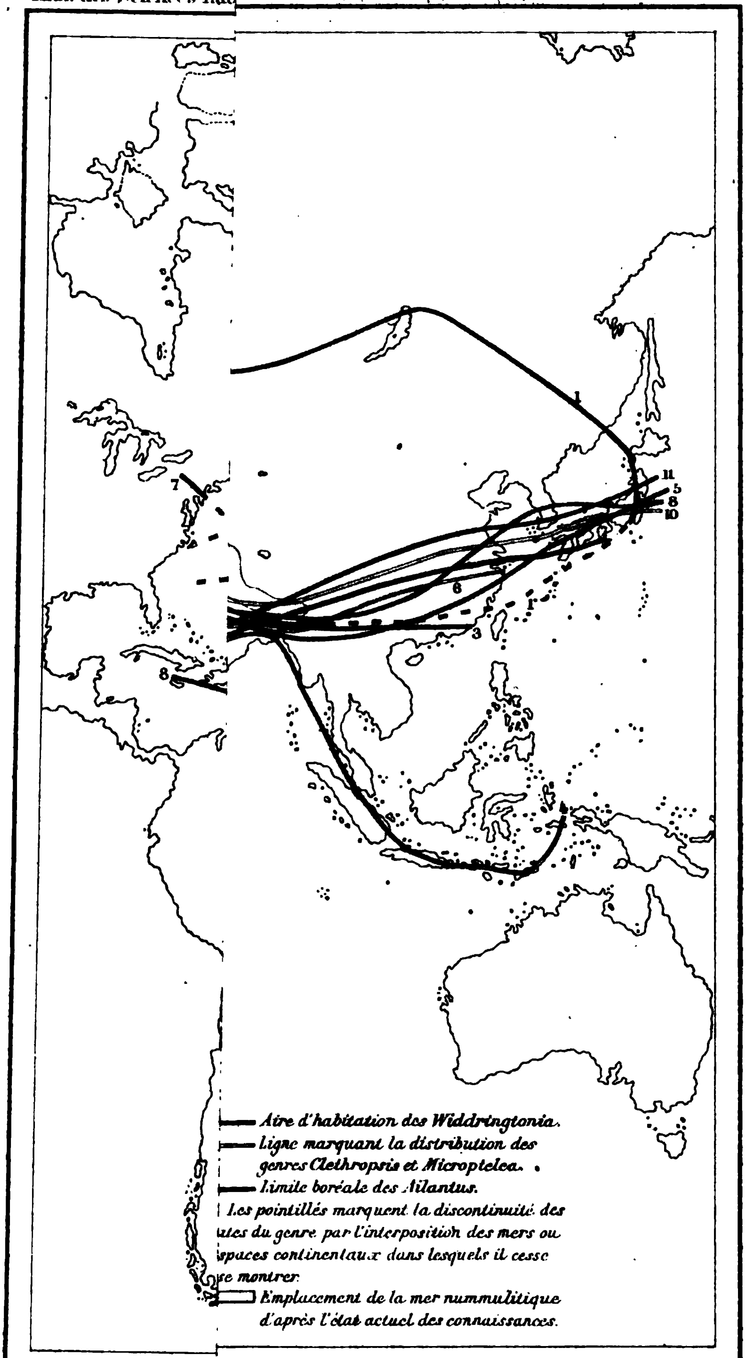
PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

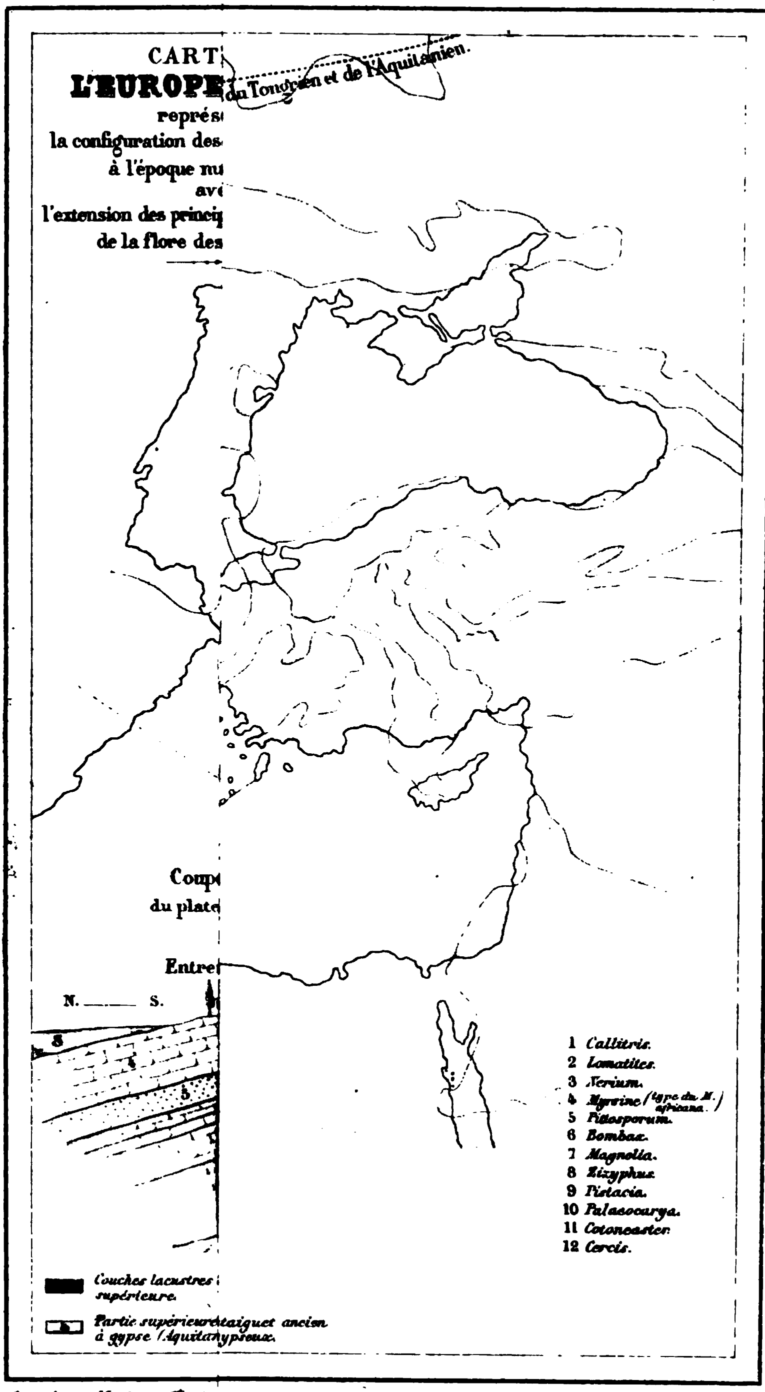
RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

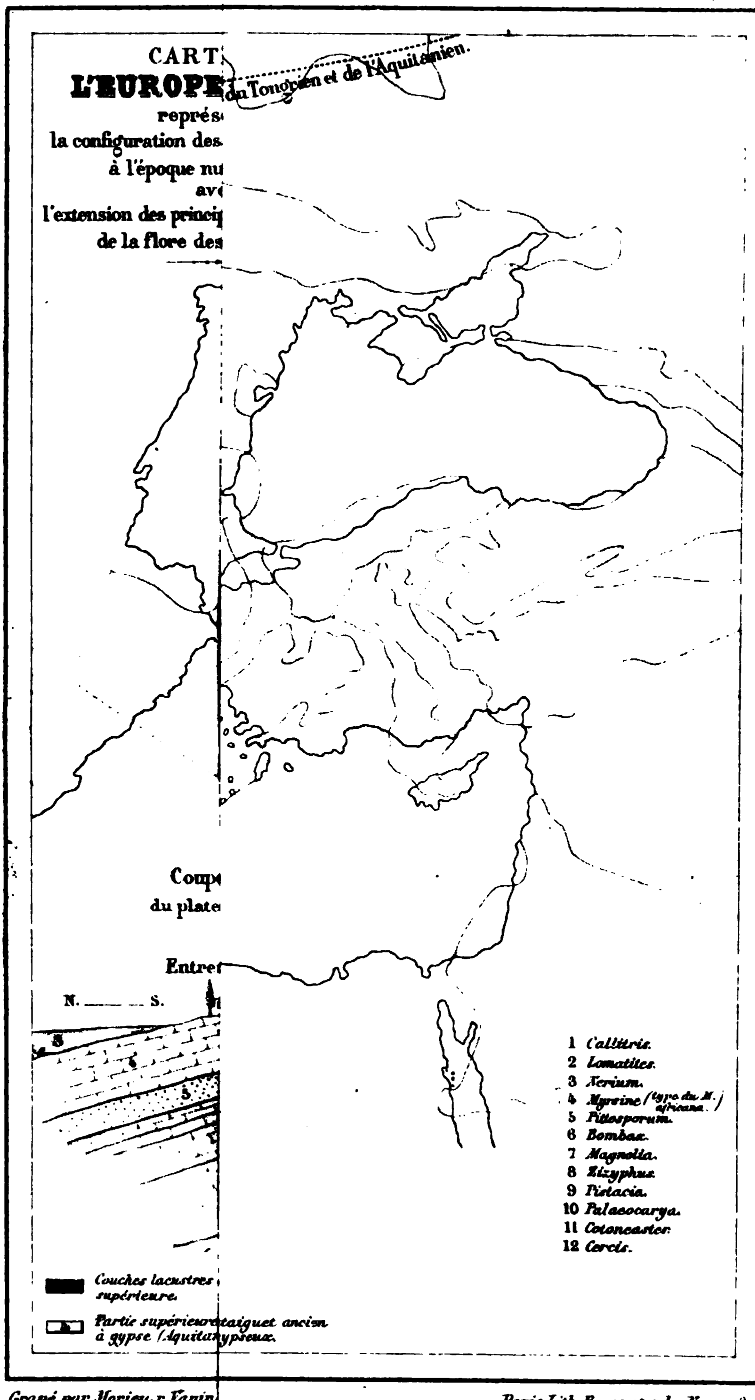
FIN DES TABLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2



Gravé par Morieu, r. Vavin.   Paris Lith. Becquet, r. des Noyers 37.


CART
L'EUROPE
du Tongrien et de l'Aquitanien.
représ
la configuration des
à l'époque m
av
l'extension des princi
de la flore des
Coup
du plat
Entre
N. S.
1 Callitris.
2 Lomatites.
3 Nerium.
4 Myrsine (type du M. africana.)
5 Pittosporum.
6 Bombax.
7 Magnolia.
8 Zizyphus.
9 Pistacia.
10 Palaeocarya.
11 Cotoneaster.
12 Cercis.
Couches lacustres supérieure.
Partie supérieure du calcaire à gypse (Aquitan
calcaire ancien gypseux.


CARTE
L'EUROPE du Tongrien et de l'Aquitanien.
représ
la configuration des
à l'époque nu
av
l'extension des princip
de la flore des
Coupe
du plate
Entret
N. S.
1 Callitris.
2 Lomatites.
3 Nerium.
4 Myrsine (type du M. africana.)
5 Pittosporum.
6 Bombax.
7 Magnolia.
8 Zizyphus.
9 Pistacia.
10 Palaeocarya.
11 Cotoneaster.
12 Cercis.
Couches lacustres
supérieure.
Partie supérieure Aquitanien ancien
à gypse (Aquitan gypseux.